La biodiversidad en Jalisco

Estudio de Estado

Volumen II

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La biodiversidad en Jalisco

Estudio de Estado

Volumen II

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Primera edición, 2017
Obra completa: IBSN 978-607-8328-92-5
Volumen ii: IBSN 978-607-8328-94-9

Coordinación y seguimiento general:
Andrea Cruz Angón[1]
Antonio Ordorica Hermosillo[2]
Jessica Valero Padilla
Erika Daniela Melgarejo[1]

Corrección de estilo:
Juana Moreno Armendáriz

Diseño y formación:
Claudia Verónica Gómez Hernández

Cuidado de la edición:
Claudia Verónica Gómez Hernández
Jessica Valero Padilla
Erika Daniela Melgarejo[1]
Karla Carolina Nájera Cordero[1]
Jorge Cruz Medina[1]

Cartografía:
Enrique Plascencia Hernández[2]

D.R. © 2017 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903 Parques del Pedregal, Tlalpan, C.P. 14010 México,Ciudad de México. *<http://www.conabio.gob.mx>*
D.R. © 2017 Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial Av. Circunvalación Agustín Yañez 2343, colonia Moderna, C.P. 44130, Guadalajara, Jalisco. *<http://semadet.jalisco.gob.mx/>*

[1]CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiverdad,[2] SEMADET, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Salvo en aquellas contribuciones que reflejan el trabajo y quehacer de las instituciones y organizaciones participantes, el contenido de las contribuciones es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Impreso en México/Printed in Mexico

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Mensaje

Una de cada tres especies de mamíferos y una de cada dos especies de aves de la fauna total de México se encuentran en Jalisco. Lo cual, siendo nuestro país el cuarto a escala mundial en biodiversidad, representa un gran compromiso en el ámbito medioambiental. Compromiso que requiere, al mismo tiempo, un esfuerzo integral de parte de todos los entes gubernamentales, sociales, educativos y empresariales para cumplir exitosamente los objetivos de preservación biológica que debemos garantizar para las futuras generaciones.

Muestra de este empeño colectivo es este libro, *La biodiversidad en Jalisco: Estudio de Estado*, en el cual encontramos información relevante sobre nuestros ecosistemas y biodiversidad, así como de sus amenazas y condiciones de aprovechamiento, aspectos que sientan bases inmediatas para una relación más armónica y consciente entre los jaliscienses y nuestro entorno.

Para concretar este documento, resaltamos la estrecha y permanente colaboración de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) con la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET), la Universidad de Guadalajara y la Universidad Autónoma de Guadalajara, instituciones que desde el año 2008 ofrecieron su colaboración para realizar esta obra inédita.

Fueron 149 expertos de 29 instituciones nacionales y extranjeras quienes participaron en la concreción de este valioso documento que será de consulta obligada para todos los que deseemos conocer la riqueza biológica de nuestro estado y, en especial, para quienes diseñamos políticas públicas que repercuten en cualquier componente de nuestra biodiversidad.

Jalisco cuenta con 22 áreas naturales protegidas bajo esquemas legales, lo que representa 10% del total de nuestro territorio, al igual que la cuarta parte de nuestros litorales, es decir, 87.9 km.

Somos un estado que se preocupa por la conservación de su patrimonio natural y en nuestro gobierno trabajamos para que el capital medioambiental de los jaliscienses desempeñe una función determinante en la forma en que planteamos el desarrollo del estado a largo plazo.

Por eso cuidamos nuestras selvas y bosques, actuamos ante los efectos del cambio climático y combatimos el daño a los ecosistemas provocado por la actividad humana, mientras impulsamos el uso de tecnologías limpias y el abastecimiento energético sustentable.

La llegada de *La biodiversidad en Jalisco: Estudio de Estado* nos entusiasma porque será un soporte en nuestro trabajo como protectores y gestores de conciencia medioambiental en todos los jaliscienses para beneficio de nuestras familias.

Felicidades a todos los colaboradores por la publicación de este documento y a los jaliscienses, pues ahora contamos con un estudio certero sobre nuestra biodiversidad como reflejo de nuestra identidad y lugar en el mundo. Compartamos esta lectura.

Lic. Jorge Aristóteles Sandoval Díaz
Gobernador Constitucional del Estado de Jalisco

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Presentación

El libro *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado* representa un avance significativo para la difusión del conocimiento sobre la diversidad biológica y su importancia para el desarrollo sustentable de este estado, que cuenta con fortalezas en sus instituciones académicas y en sus activas organizaciones sociales.

Esta publicación es una contribución, con información confiable, acerca de la situación de la biodiversidad en Jalisco, que las autoridades gubernamentales, académicos, comunidades locales, grupos indígenas y sociedad en general podrán consultar y utilizar como base para tomar decisiones, diseñar estrategias de planeación y realizar nuevas investigaciones en beneficio del desarrollo sustentable de esta entidad y el bienestar de su sociedad.

Si bien el *Estudio de Estado* es una "fotografía instantánea" del conocimiento y estado de conservación de la biodiversidad, que nos permite conocer el proceso de cambio y modificación de los ecosistemas, por lo que será necesario continuar con los esfuerzos para incrementar el conocimiento del capital natural de la entidad, así como para implementar acciones que ayuden a su conservación y utilización sustentable para beneficio, no solo de los dueños de ese capital natural, sino de toda la sociedad jalisciense y, finalmente, del país.

Tengo la seguridad de que las instituciones locales, gubernamentales, académicas y sociales, darán continuidad a los esfuerzos para incrementar el conocimiento sobre la biodiversidad del estado, el registro de los cambios en la misma y la identificación de las causas de tales cambios para incidir sobre éstas. Espero que también de su apoyo a la difusión de esta obra; sólo de esta manera se aplicará y será de utilidad para las instituciones gubernamentales y para los habitantes de Jalisco.

Por otro lado, este libro es un eslabón fundamental para la elaboración e instrumentación de la *Estrategia para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado,* la cual tiene como objetivo fundamental establecer las prioridades para conservar y hacer uso racional del capital natural, incluidos los servicios ambientales que ese capital provee en beneficio de la sociedad de esta entidad.

Para la CONABIO ha sido un privilegio colaborar con el Gobierno del Estado de Jalisco, especialmente con la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET), la cual ha dado seguimiento puntual a esta iniciativa. Agradecemos el compromiso y dedicación de los 149 autores que pertenecen a 29 instituciones y organizaciones estatales, nacionales e internacionales, sin quienes no hubiera sido posible la elaboración de este libro, los felicitamos por la consumación de este gran esfuerzo.

Este libro es un valioso legado para el conocimiento y estado de la biodiversidad, fundamental para la valoración y conservación del capital natural de Jalisco.

Dr. José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional de la CONABIO

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Índice

Mensaje 7
Presentación 9
Introducción 13

Sección x: Diversidad de ecosistemas
Resumen ejecutivo 23
Ecorregiones terrestres 27
Ecorregiones dulceacuicilas 61
Ecorregiones marinas y costeras 67

Sección xi: Diversidad de especies
Resumen ejecutivo 79
La biodiversidad de pasado 83
Hongos 87
Algas 95
Musgos (Briophyta) 101
Helechos y plantas afines (Pteridophyta) 107
Gimnospermas 113
Las plantas con flores (Angiospermas) 123
Los amoles, izotes, magueyes, nardos y yucas (familia Agavaceae) 135
Las compuestas (familia Asteraceae o Compositae) 143
Los cactus (familia Cactaceae) 151
Leguminosas (familia Leguminosae) 157
Los encinos y robles (familia Fagaceae) 165
Los cepillos y los mangles blanco y botoncillo (familia Combretaceae) 175
Los álamos y sauces (familia Salicaceae) 183
Papelillos y copales (familia Burseraceae) 187
Las plantas vasculares endémicas 191
Los jardines botánicos y herbarios 197
Fauna helmitológica de vertebrados silvestres 203
Lombrices de tierra (Annelida, Oligoqueta) 209
Artrópodos 213
Estudio de caso: Avispas parasíticas de la familia Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en la Estación Biológica de Chamela 224
Estudio de caso: Avispas parasíticas de la familia Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) 228
Estudio de caso: Avispas parasitarias de la familia Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) 232
Estudio de caso: Avispas parasíticas de la familia Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) 236
Los ciempiés (Chilopoda) y milpiés (Diplopoda) 245
Invertebrados marinos 251
Zooplancton de las costas de Jalisco 271
Peces continentales 279
Peces marinos y lagunar-estuarinos 287

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Anfibios y reptiles 297
Aves 309
Estudio de caso: Aves marinas, costeras e insulares 326
Estudio de caso: Monitoreo de aves acuáticas en el sitio Ramsar laguna de Sayula 334
Estudio de caso: Iniciativas locales para la observación de aves 338
Estudio de caso: Nivel de protección de las aves endémicas terrestres de la costa sur de Jalisco determinado a través de un análisis de vacíos y omisiones 342
Mamíferos 349
Estudio de caso: Los mamíferos marinos de bahía de Banderas: voceros de un área marina protegida 358
Las colecciones zoológicas 371
Estudio de caso: Colección entomológica de la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Guadalajara 374

Sección XII: Diversidad genética
Resumen ejecutivo 379
Estudios de diversidad genética en plantas 381
Estudio de caso: Comparación de la diversidad genética de los cultivares tradicionales y plantaciones comerciales de *Agave* 388

Autores 393

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Introducción

Andrea Cruz Angón, Gabriela Velarde Diez de Bonilla, Antonio Ordorica Hermosillo y Jessica Valero Padilla

En este segundo volumen de *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado*, se presenta buena parte de la información del estado acerca de la diversidad de ecorregiones, los grupos de hongos, plantas y animales, las presiones o amenazas a las que están sujetos, y las alternativas o estrategias de conservación para cada grupo. El objetivo de este volumen es poner a disposición del público y de los tomadores de decisiones un inventario de lo que existe en Jalisco para gestionar la conservación y uso sustentable del patrimonio natural.

El concepto ecorregión

Las ecorregiones o biorregiones son unidades geográficas con flora, fauna y ecosistemas característicos y similares; son una división de las grandes ecozonas o regiones biogeográficas (CONABIO s/f). El enfoque ecorregional es importante para desarrollar políticas públicas que incluyan escalas espaciales adecuadas y que consideren la dinámica ambiental, ya que las divisiones políticas de municipios, estados y países no respetan los procesos ecológicos.

En este tomo se describen los tipos de vegetación presentes en las 11 ecorregiones terrestres de Jalisco de las 51 que Olson y colaboradores reportan para todo el país (Olson *et al.* 2001) (figura 1). También se describen las ecorregiones de agua dulce y marinas descritas para el estado (figura 2).

Figura 1. Ecosistemas terrestres: a) bosque de pino y oyamel del Nevado de Colima y vista hacia las montañas del sureste del estado, y b) bosque de *Pinus hartewgii* del Parque Nacional Nevado de Colima. Fotos: Antonio Ordorica Hermosillo.

Cruz-Angón, A., G. Velarde-Diez de Bonilla, A. Ordorica-Hermosillo y J. Valero-Padilla. 2017. Introducción. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 13-18.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Ecosistemas acuáticos: a) Lago de Chapala y b) sitio Ramsar estero Majahuas, municipio Tomatlán. Fotos: Antonio Ordorica Hermosillo.

El concepto especie

Este volumen provee información acerca de los principales grupos biológicos registrados en el estado. Las especies son el nivel más conocido de la biodiversidad y es la unidad básica de clasificación taxonómica (Levin 1979, Mayden 1997) (figura 3).

La gama de formas en que la vida se expresa implica que no exista una definición única del concepto especie. En general, existe cierto consenso en considerar que las especies son grupos de poblaciones que se entrecruzan y tienen descendencia fértil, que comparten una serie de rasgos distintivos y que evolucionan de forma separada de otros grupos (Mayr 1942); sin embargo, esta definición no tiene en cuenta a las especies que no tienen reproducción sexual, como muchos microorganismos (bacterias y otros). De acuerdo con el enfoque disciplinario con el que se trabaje existen distintas definiciones de especie (Perfectti 2002); por ejemplo, el biológico (Mayr 1942), que es en el que los autores se basaron para escribir las contribuciones de este volumen, el evolutivo (Simpson 1961, Wiley 1981, Templeton 1989), el filogenético (Cracraft 1989), el ecológico (Mayden 1997, Brent 1999), entre otros.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

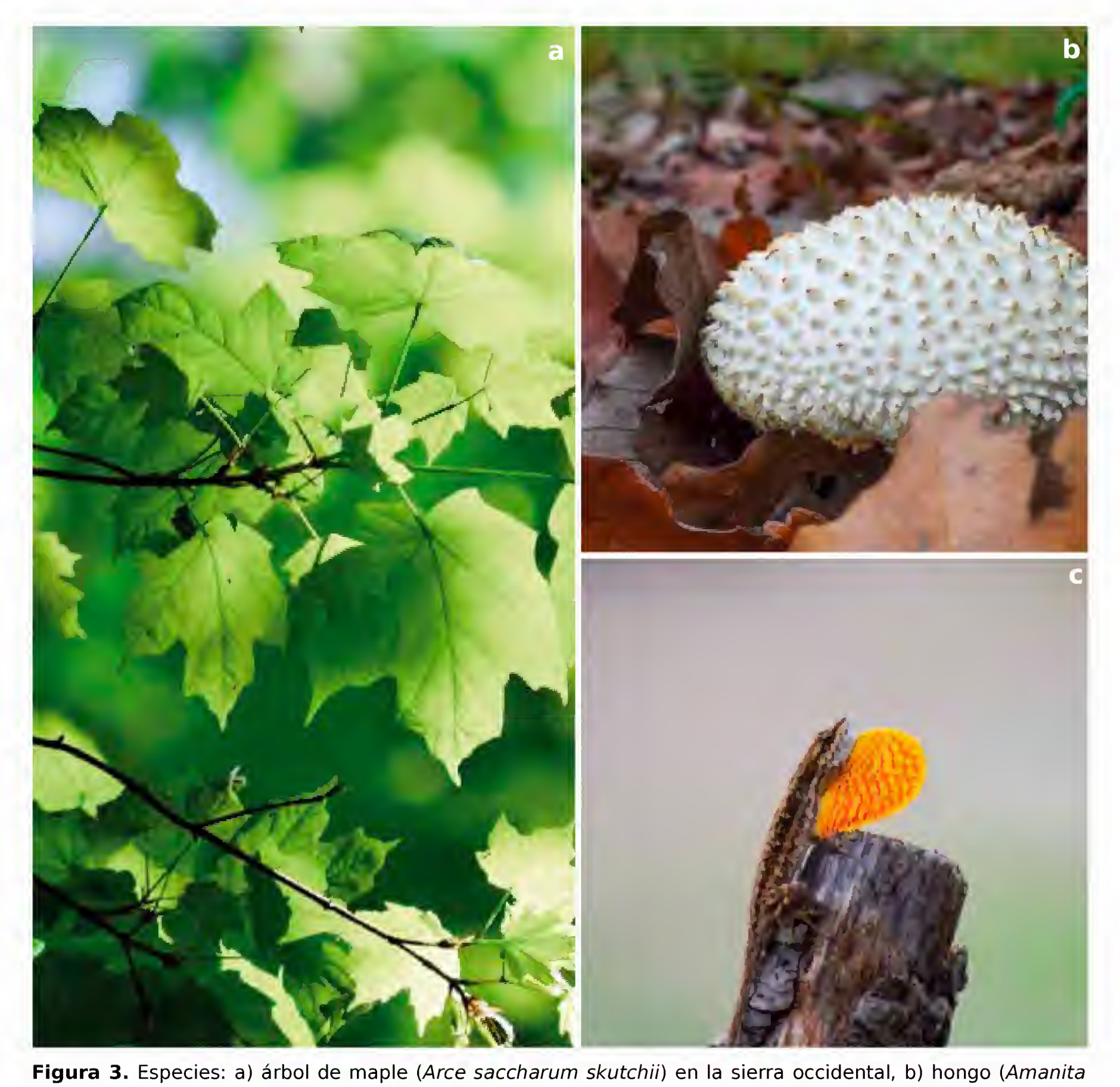


Figura 3. Especies: a) árbol de maple (*Arce saccharum skutchii*) en la sierra occidental, b) hongo (*Amanita* sp.) en el bosque La Primavera, y c) lagartija (*Anolis* sp.) en el bosque La Primavera. Fotos: Antonio Ordorica Hermosillo.

La clasificación de los seres vivos

En el siglo XVII, Carlos Linneo desarrolló el sistema universal de clasificación de los seres vivos que actualmente se utiliza. Este sistema está conformado por siete categorías jerárquicas principales (figura 3) y varias subcategorías incluyentes.

Esta base de clasificación se centra en un sistema de nomenclatura binomial, el cual nombra a las especies con un epíteto genérico (comúnmente llamado género) y un epíteto específico (o especie) (CONABIO 2011). Este sistema evita las confusiones que podrían darse por el uso de nombres comunes, los cuales no sólo varían de región en región, sino que lo hacen en función de la concepción y cosmovisión que un grupo humano tenga de la naturaleza.

La literatura especializada (técnica o científica) utiliza el sistema de nomenclatura propuesto por Linneo para nombrar a las especies. Los

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

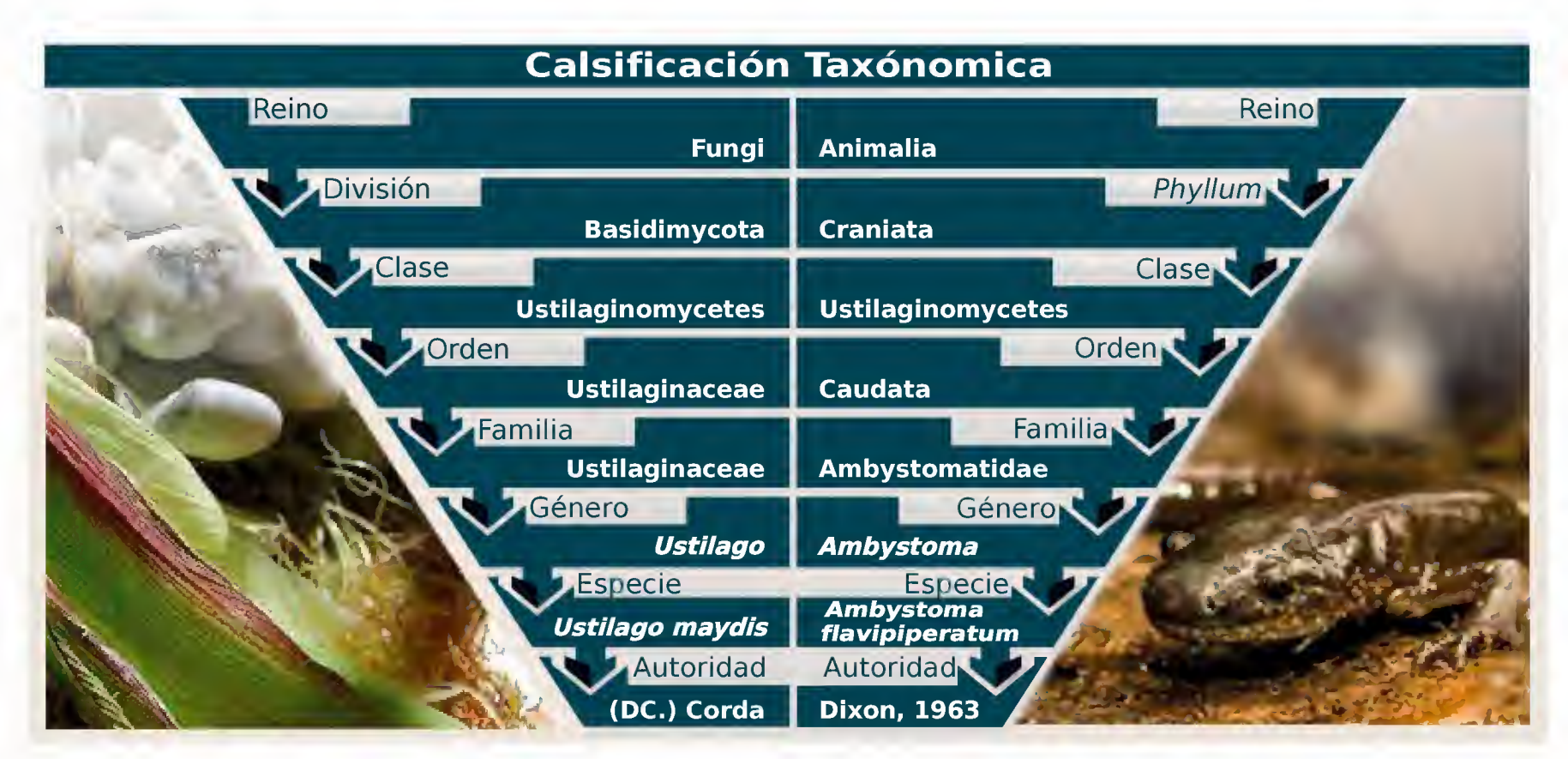


Figura 4. Sistema de clasificación de Linneo: a) cuitlacoche (*Ustilago maydis*), hongo parásito del maíz utilizado por su demanda en la cocina gourmet; y b) ajolote de Chapala (*Ambystoma flavipiperatum*), anfibio endémico al estado de Jalisco.

autores de este volumen se han apegado al uso de este sistema por ser científicos e investigadores; sin embargo, también han hecho un esfuerzo por utilizar nombres comunes cuando les ha sido posible.

En la sección Diversidad de especies, el lector encontrará información referente a los principales grupos biológicos que se han reportado en la entidad. En cada capítulo se brinda una breve descripción acerca de las principales características del grupo taxonómico en cuestión, su diversidad y distribución, la importancia ecológica, económica y cultural, así como su situación y estado de conservación. Se identifican las principales amenazas, las acciones de conservación que actualmente se llevan a cabo en la entidad, y se concluye con recomendaciones para conservar al grupo. Gracias a la valiosa información proporcionada por los investigadores, fue posible recopilar información de 14 353 especies, las cuales se ponen a disposición del público mediante 48 listas de especies, los cuales pueden ser consultados a través del portal de internet *http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios.html.*

El origen de la información del estudio fue muy variado, se utilizaron 334 628 registros que provienen del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB) de la CONABIO, los cuales corresponden a 84% del total de las especies compiladas en este estudio. La información fue complementada con la obtenida de bases de datos de colecciones científicas nacionales e internacionales, herbarios, publicaciones y datos personales de los autores, lo cual contribuyó a la compilación de 14 605 taxa en el estado (cuadro 1), de las cuales 411 se encuentran en alguna categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (cuadro 2). La información contenida en este estudio de biodiversidad superó las cifras de especies estatales consideradas para Jalisco por CONABIO (2008) para la mayoría de los grupos biológicos (cuadro 3).

El concepto genes

El gen es la unidad de almacenamiento y transmisión de información de la herencia de las especies. La información sobre el tamaño, el color, el número de flores, de frutos, el funcionamiento de los sentidos y hasta la conducta de los organis-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Riqueza de especies reportadas para Jalisco en esta obra.

División o Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Infraespecie	Taxa
Cyanobacteria	1	5	23	43	120	0	120
Oomycota	1	2	2	2	4	0	4
Myxomycota	2	6	10	28	71	3	72
Foraminifera	2	3	22	31	31	0	31
Bacillariophyta	3	21	29	39	119	6	125
Charophyta	2	3	4	12	37	0	37
Chlorophyta	3	11	33	55	175	24	197
Euglenophyta	1	2	3	6	36	2	38
Haptophyta	1	1	1	1	1	0	1
Heterocontophyta	1	6	10	18	43	2	44
Miozoa	2	6	20	25	148	15	160
Ochrophyta	3	3	5	5	6	0	6
Rhodophyta	4	18	32	58	127	8	130
Ascomycota	8	18	49	100	203	1	203
Basidiomycota	6	18	75	257	740	18	748
Zygomycota	0	1	3	4	8	0	8
Bryophyta	2	16	47	129	213	24	225
Pteridophyta	5	14	27	68	250	12	252
Coniferophyta	1	2	3	6	33	2	34
Cycadophyta	1	1	1	2	2	0	2
Angiospermas	2	66	196	1 428	5 525	411	5 677
Cnidaria	3	7	30	46	71	0	71
Chaetognata	1	1	2	8	13	0	13
Acanthocephala	3	4	6	8	11	0	11
Annelida	2	14	48	123	205	0	205
Nematoda	2	6	23	49	67	0	67
Platyhelminthes	3	13	74	165	201	0	201
Arthropoda	6	45	250	1 720	3 794	195	3 824
Mollusca	5	36	131	299	498	0	498
Echinodermata	4	13	30	48	68	1	68
Peces	3	33	112	326	567	2	567
Anfibios	1	3	11	21	51	0	51
Reptiles	1	3	30	77	160	0	160
Aves	1	24	77	310	565	0	565
Mamíferos	1	9	28	109	190	0	190
35	**87**	**434**	**1 447**	**5 626**	**14 353**	**726**	**14 605**

Cuadro 2. Riqueza de especies de los grupos principales y sus categorías dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

División o Filo	Núm. Especies	Sujeta a protección especial (Pr)	Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el medio silvestre (E)	Total NOM-059
Hongos	951	3	13	0	0	16
Pteridophyta	250	2	2	2	0	6
Coniferophyta	33	5	0	1	0	6
Cycadophyta	2	1	0	1	0	2
Angiospermas	5 525	70	37	17	1	125
Peces	567	4	11	5	0	20
Anfibios	51	17	4	0	0	21
Reptiles	160	49	23	6	0	78
Aves	565	50	32	14	2	98
Mamíferos	190	25	10	4	1	40
Total	**8 294**	**226**	**131**	**50**	**4**	**412**

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Comparación entre la riqueza de especies reportadas en esta obra, respecto a las especies descritas en México y en la entidad según la obra *Capital Natural de México** (CONABIO 2008).

División o Filo	Número de especies reportadas		Especies en el Estudio de Estado (2017)	
	México*	Jalisco*	Total reportadas	% respecto al nacional
Pteridophyta	1067	262	250	23.43
Ginospermas	150	24	35	23.33
Angiospermas	23 791	2 752	5 525	23.22
Arthropoda	59 995	3 051	3 794	6.32
Peces	2 692	12	567	21.06
Anfibios	361	56	51	14.13
Reptiles	804	143	160	19.90
Aves	1 096	438	565	51.55
Mamíferos	535	173	190	35.51

mos se encuentra depositada en el código genético. La diversidad genética es el número total de características genéticas de cada especie; es decir, a mayor diversidad genética, las especies tienen más probabilidades de sobrevivir a cambios en el ambiente; en cambio, las especies con poca diversidad genética tienen mayor riesgo ante esos cambios. En general, cuando el tamaño de las poblaciones se reduce, aumenta la reproducción entre organismos emparentados (consanguinidad) y hay una reducción de la diversidad genética (CONABIO s/f).

Referencias

Brent, D. 1999. Getting rid of species? En: *Species: new interdisciplinary essays*. R. Wilson (ed.). MIt Press.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. s/f. Biodiversidad mexicana. En: <*http://www.biodiversidad.gob.mx/*>, última consulta: 5 de marzo de 2015.

—. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO. México.

—. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2011. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. CONABIO/Gobierno del Estado de Veracruz/ Universidad Veracruzana/ Instituto de Ecología A.C. México.

Cracraft, J. 1989. Speciation and its ontology: the empirical consequences of alternative species concepts for understanding patterns and processes of diferentiation. En: *Speciation and its consequences*. D. Otte y J.A. Endler (eds.). Sinauer, Sunderland, MA, pp. 28-59.

Levin, D.A. 1979. The nature of plant species. *Science* 204: 381-384.

Mayden, R.L. 1997. A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem. En: *Species: the units of biodiversity*. M.F. Hawah y M.R. Wilson (eds). Chapman and Hall, Londres.

Mayr, E. 1942. *Systematics and the origin of species from the viewpoint of a zoologist*. Nueva York, Columbia University Press.

Olson, D.M., E. Dinertein, E.D. Wikramanayake, *et al.* 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. *BioScience* 51: 933-938.

Perfectti, F. 2002. Especiación: modos y mecanismos. En: *Evolución: la base de la biología*. Soler M. Proyecto Sur, España.

Simpson, G.G. 1961. *Principles of animal taxonomy*. Columbia University Press, Nueva York.

Templeton, A.R. 1989. The meaning of species and speciation: a genetic perspective. En: *Speciation and its Consequences*. D. Otte y J.A. Endler (eds.). Sinauer, Sunderland, MA, pp. 3-27.

Wiley, E.O. 1981. *Phylogenetics, The theory and practice of phylogenetic systematics*. Wiley-Liss, Nueva York.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sección x

Diversidad de ecosistemas

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Jessica Valero Padilla, Flor Paulina Rodríguez Reynaga y Andrea Cruz Angón

Una ecorregión o región ecológica es un área geográfica, de tierra o agua, relativamente grande, que se distingue por el carácter único de su geomorfología, geología, clima, suelo, hidrología, flora y fauna. Contiene un conjunto geográfico distintivo de comunidades naturales (o ecosistemas) que comparten la mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas, poseen condiciones medioambientales similares e interactúan de manera determinante para su subsistencia a largo plazo.

El objetivo de esta sección es describir brevemente las ecorregiones terrestres, dulceacuícolas y marinas de Jalisco. Se abordan las características de cada región ecológica, los ecosistemas que las conforman, sus principales problemáticas y las acciones de conservación que se llevan a cabo, y se brindan recomendaciones para conservarlas.

Ecorregiones terrestres

En Jalisco existen 11 de los 51 tipos de ecorregiones propuestos por Olson y colaboradores (2001).

1. **Bosque Tropical Caducifolio Sinaloense.** Penetra al estado a través de los cañones que a su paso forma el río Grande de Santiago y sus afluentes. Se desarrolla en las laderas de las barrancas que han formado los ríos en un rango de 0 a 1 300 msnm. La temperatura media anual es de 24 °C con una oscilación de entre 23 y 36 °C. La precipitación varía entre 900 y 1 200 mm. Sin importar la localidad, las barrancas del río Grande de Santiago y sus tributarios poseen una gran riqueza biológica. Se han registrado 104 especies arbóreas nativas y exóticas en dichas barrancas.
2. **Manglares del Pacífico Norte Mesoamericano.** El manglar se desarrolla a lo largo de los 351 km de litoral del estado; es una comunidad asociada con agua salina y movimiento lento. La temperatura media anual es de 18 °C y oscila entre los 26 y 34 °C. La precipitación tiene un rango entre 650 y 1 200 mm. Los manglares más extensos se encuentran en la laguna Barra de Navidad, en la desembocadura del río Marabasco-Minatitlán, municipio Cihuatlán, en la laguna El Tecuán y la bahía de Tenacatita.
3. **Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre Occidental.** Se distribuye en un rango altitudinal de 1 500 a los 3 000 msnm. La temperatura media anual es de 25 °C, con una oscilación entre 15 y 33 °C. La precipitación anual varía de entre 600 y 900 mm. Se ha registrado la presencia de 2 081 especies de plantas vasculares.
4. **Matorral Xerófilo de la Meseta Central.** Sólo se le encuentra en el norte de Mezquitic y el noroeste de Huejuquilla el Alto. La temperatura media anual es de 29 °C con una variación entre 20 y 37 °C. La precipitación media anual oscila entre 475 y 550 mm.
5. **Matorral Xerófilo del Centro de México.** Su distribución está entre los 1 700 y 2 660 msnm. El punto más alto (2 660 msnm) se localiza en la sierra Cuatralba, al este del municipio Lagos de Moreno y en los límites con el estado de Guanajuato. El encinar y el bosque mixto de pino

Valero-Padilla, J., F.P. Rodríguez-Reynaga y A. Cruz-Angón. 2017. Resumen ejecutivo. Diversidad de ecosistemas. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 23-25.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y encino ocupan las partes altas de las sierras, mientras que los valles y mesetas están cubiertos por el matorral xerófilo, el pastizal y el bosque espinoso.

6. **Bosque de Pino y Encino en la Faja Volcánica Transmexicana.** Se presenta en el rango altitudinal de los 1 500 a los 3 880 msnm. Existen cinco áreas naturales protegidas ubicadas en esta ecorregión: Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP), Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila (APFFSQ), Parque Nacional Volcán Nevado de Colima (PNVNC), Área Natural Protegida los Bosques Mesófilos de Montaña del Nevado de Colima (ANPBMMNC) y el Área Natural Protegida Piedras Bola (ANPPB).
7. **Zonas Lacustres del Centro de México.** Corresponden a los ríos, lagos, presas y humedales ubicados a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana. En Jalisco se encuentran el lago de Chapala, las lagunas de Sayula, de San Marcos, de Cajititlán, de Magdalena, de Zapotlán, de Atotonilco, y las presas Trigomil y de la Vega, que conforman el hábitat de muchas especies.
8. **Bosque Tropical Caducifolio en el Bajío**. Se ubica en los alrededores del lago de Chapala, la laguna de Zacoalco-Sayula y el Valle de Ameca, entre los 1 200 a los 1 800 msnm. La temperatura promedio anual es de 26 °C, pero varía de 20 a 34 °C. La precipitación media anual oscila entre los 800 y 900 mm. En la cuenca de la laguna de Sayula prosperan la vegetación acuática, la vegetación halófila, el bosque espinoso, el bosque tropical caducifolio, en encinar y el bosque mixto de pino y encino.
9. **Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre del Sur.** Se le encuentra en una elevación de 400 a 2 600 msnm, dependiendo del tipo de bosque. La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) pertenece a esta ecorregión y se caracteriza por la presencia de una especie endémica de gran relevancia cultural, genética, de conservación y seguridad alimentaria: el teocinte (*Zea diploperennis*), además, existen otras 31 especies de plantas vasculares endémicas para la zona.
10. **Bosque Tropical Caducifolio de Jalisco.** Se distribuye de 0 a 1 400 msnm. Los límites están determinados por la temperatura (22 a 26 °C y nunca baja a 0 °C), y la precipitación (700 mm a 1 200 mm promedio anual) que se concentra de junio a octubre, el resto del año es seco. La Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala es la zona más estudiada de esta ecorregión.
11. **Bosque Tropical Caducifolio de la Depresión del Río Balsas.** Se puede encontrar en elevaciones que van desde los 400 a los 2 700 msnm. La temperatura oscila de 23 a 39 °C, y la precipitación varía entre los 750 y 1 000 mm. En la cuenca del río Balsas se llevó a cabo un inventario florístico que muestra la gran diversidad presente en esta ecorregión.

Ecorregiones dulceacuícolas

En la entidad se delimitan tres ecorregiones (Abell *et al.* 2008) de las 27 que se encuentran en México: 164 Río Santiago; 165 Lerma Chapala y 166 Llanos El Salado. Según la clasificación hecha por CONAGUA, en Jalisco se pueden encontrar siete regiones hidrológicas y 20 cuencas, las cuales se describen a continuación:

12. **Lerma-Santiago.** Incluye las cuencas de lago de Chapala, y los ríos Bolaños, Huaynamota, Juchipila, Lerma-Chapala, Lerma-Salamanca, Santiago-Aguamilpa, Santiago-Guadalajara y Verde-Grande.
13. **Río Huicicila.** Comprende la cuenca del río Cuale-Pitillal.
14. **Río Ameca.** Engloba las cuencas de la presa La Vega-Cocula y de los ríos Ameca-Atenguillo y Ameca-Ixtapa.
15. **Costa de Jalisco.** Son las cuencas de los ríos Chacala-Purificación, San Nicolás y Tomatlán-Tecuán.
16. **Armería-Coahuayana**. Abarca las cuencas de los ríos Armería y Coahuayana.
18. **Balsas.** Comprende la cuenca del río Tepalcatepec.
37. **El Salado.** Es una porción de la cuenca de San Pablo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Ecorregiones marinas y costeras

Las costas de Jalisco están incluidas en la ecorregión 166, denominada Pacífico Tropical Mexicano, según la clasificación de Spalding y colaboradores (2007). Otro orden utilizado es el de Wilkinson y colaboradores (2009) que ubica al estado en la región ecológica Pacífico Transicional Mexicano. En las costas de la entidad existen diversos ecosistemas (playas arenosas y rocosas, humedales, manglares, bahías, arrecifes de coral, entre otros) que contribuyen a la existencia de una gran diversidad de especies y una alta productividad primaria 300 gC/m^2/año.

Importancia, problemáticas y acciones de conservación

La población jalisciense recibe servicios ambientales que provienen de todos los ecosistemas de las distintas ecorregiones. Algunos ejemplos son la captación y abastecimiento de agua, la captura de carbono, la regulación del clima, la generación de productos agrícolas, forestales (maderables y no maderables) y pecuarios, entre otros. A pesar de los beneficios ambientales, económicos y culturales que proveen, las ecorregiones terrestres, dulceacuícolas, marinas y costeras, presentan problemas similares que se resumen en la sobre extracción del agua para consumo humano, la contaminación del suelo y del agua por basura y agroquímicos, el desarrollo no planeado de agricultura y ganadería, deforestación (tala indiscriminada), la erosión del suelo que ocasiona el azolve de los cuerpos de agua; la introducción de plantas y animales exóticos, entre otros. Aunque aún no se cuenta con estudios para evaluar el estado de conservación de las ecorregiones del estado, se hacen esfuerzos institucionales para conservarlos. Uno de estos empeños institucionales lo constituyen las áreas naturales protegidas, los sitios Ramsar y las unidades de manejo y conservación de la vida silvestre (UMA).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Ecorregiones terrestres

Aarón Rodríguez Contreras

Introducción

Una ecorregión terrestre es un territorio que contiene un conjunto de comunidades naturales, que comparte a la mayoría de sus especies, que posee la misma dinámica y que muestra condiciones ambientales semejantes (Olson *et al.* 2001). Con este criterio, México es un país megadiverso, su biodiversidad está expresada en el número de ecosistemas y especies (Ramamoorthy *et al.* 1998) que alberga aproximadamente 30 mil especies de plantas (Rzedowski 1998), de las cuales 22 mil son fanerógamas (Rzedowski 1998), 150 son coníferas (Styles 1998) y 2 mil son briofitas (Delgadillo 1998). En el territorio nacional habitan 2 200 especies de mariposas (Llorente-Busquets y Martínez 1998), 1 589 de abejas (Ayala *et al.* 1998), 2 122 de peces (Espinosa-Pérez *et al.* 1998), más de 950 de reptiles y anfibios (Flores-Villela 1998), 773 de aves terrestres y residentes (Escalante-Pliego *et al.* 1998) y 449 de mamíferos (Fa y Morales 1998). La abundancia de especies en México es consecuencia de su ubicación geográfica, de su diversidad topográfica y climática, de la migración biológica a través del tiempo geológico y del movimiento de la corteza continental debido a la deriva de las placas tectónicas.

Para entender y analizar la diversidad biológica de México, se ha dividido al país con base en diversos criterios. Atendiendo a su aspecto geográfico y geológico, se han reconocido 11 provincias morfotectónicas (Ferrusquía-Villafranca 1998) (cuadro 1). En Jalisco se encuentra el extremo sur de las Planicies y Sierras del Noroeste, así como porciones de la Sierra Madre Occidental, de la Meseta Central, de la Faja Volcánica Transmexicana y de la Sierra Madre del Sur, de la depresión del Balsas (cuadro 1). Otro criterio es la fisiografía, que significa el relieve y formas del terreno de una región; se han definido 15 provincias fisiográficas en México (Rzedowski 1978), de las cuales, la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre del Sur, el Eje Volcánico Transversal, el Altiplano Mexicano y la Depresión del Balsas están presentes en Jalisco (cuadro 1).

Con base en tipos de vegetación, clima (temperatura y precipitación) y biogeografía, Toledo y Ordóñez (1998) definieron seis zonas ecológicas en México (cuadro 1). En Jalisco se encuentran las zonas tropical subhúmeda, templada húmeda, templada subhúmeda, árida a semiárida, y la alpina. Para definir los tipos de vegetación se han propuesto varios esquemas (Miranda y Hernández-X. 1963, Rzedowski y McVaugh 1966, Rzedowski 1978). Rzedowski y McVaugh (1966) reconocieron 13 tipos de vegetación para Nueva Galicia, región que incluye a Jalisco; de forma similar, Rzedowski (1978) describió 10 tipos de vegetación en México. Los tipos de vegetación del estado han sido descritos con detalle por Rzedowski y McVaugh (1966). Rzedowski (1978) también describió 17 provincias florísticas en el país (cuadro 1). En Jalisco están presentes la Sierra Madre Occidental, las Serranías Meridionales, la Altiplanicie, la Costa Pacífica y la Depresión del Balsas (cuadro 1).

La distribución geográfica de una especie tiene límites, ya que no existe alguna que sea completamente cosmopolita. La mayoría de

Rodríguez, A. 2017. Ecorregiones terrestres. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 27-60.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Regionalización y provincialismo en México. En el caso de las ecorregiones terrestres propuestas por Olson *et al.* 2001 se muestran los nombres en español, inglés y código.

Provincias morfotectónicas (Ferrusquía-Villafranca 1998)	Provincias fisiográficas (Rzedowski 1978)	Provincias florísticas (Rzedowski 1978)	Provincias biogeográficas (Morrone 2001)	
Península de Baja California	Planicie Costera de Baja California Sistema Montañoso de Baja California	California	California	
		Isla Guadalupe		
		Baja California	Baja California	
Planicies y Sierras del Noroeste	Planicie Costera Noroccidental	Planicie Costera del Noroeste	Sonora	
		Costa Pacífica	Costa Pacífica Mexicana	
Sierra Madre Occidental	Sierra Madre Occidental	Sierra Madre Occidental	Sierra Madre Occidental	
		Costa Pacífica	Costa Pacífica Mexicana	
		Islas Revillagigedo		
Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila	Altiplano Mexicano	Altiplanicie	Altiplano Mexicano	
Meseta Central				
Sierra Madre Oriental	Sierra Madre Oriental	Sierra Madre Oriental	Sierra Madre Oriental	
Planicie Costera del Golfo	Planicie Costera Nororiental	Planicie Costera del Noreste	Tamaulipas	
	Planicie Costera Suroriental	Costa del Golfo de México	Golfo de México	

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

	Zonas ecológicas terrestres (Toledo y Ordóñez 1998)	Ecorregiones (Olson *et al.* 2001)		
	Árida y semiárida	Matorral Mediterráneo de California	California Coastal Sage and Chaparral	NA1201
		Desierto de Baja California	Baja California Desert	NA1301
		Matorral Xerófilo del Golfo de Cortés	Gulf of California Xeric Scrub	NA1306
		Matorral Xerófilo en Los Cabos	San Lucan Xeric Scrub	NT1314
	Templada subhúmeda	Bosque de Pino y Encino en la Sierra Juárez y San Pedro Mártir	Sierra Juárez and San Pedro Mártir Pine-Oak Forest	NA0526
		Bosque de Pino y Encino en la Sierra de La Laguna	Sierra de la Laguna Pine-Oak Forest	NT0307
	Tropical subhúmeda	Bosque Tropical Caducifolio de la Sierra de la Laguna	Sierra de la Laguna Dry Forest	NT0227
	Árida y semiárida	Desierto Sonorense	Sonoran Desert	NA1310
		Bosque Tropical Caducifolio de la Zona de Transición entre Sonora y Sinaloa	Sonoran-Sinaloan Transition Subtropical Dry Forest	NA0201
	Tropical subhúmeda	**Bosque Tropical Caducifolio Sinaloense**	**Sinaloan Dry Forest**	**NT0228**
		Manglares del Pacífico Norte Mesoamericano	**Northern Mesoamerican Pacific Mangroves**	**NT1404**
	Templada subhúmeda	**Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre Occidental**	**Sierra Madre Occidental Pine-Oak Forest**	**NA0302**
	Tropical subhúmeda	Bosque Tropical Caducifolio de las Islas Revillagigedo	Islas Revillagigedo Dry Forest	NT0216
	Árida y semiárida	Desierto Chihuahuense	Chihuahuan Desert	NA1303
		Matorral Xerófilo de la Meseta Central	**Meseta Central Matorral**	**NA1307**
		Matorral Xerófilo del Centro de México	**Central Mexican Matorral**	**NA1302**
	Templada subhúmeda	Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre Oriental	Sierra Madre Oriental Pine-Oak Forest	NA0303
	Templada húmeda	Bosque Mesófilo de Montaña de Veracruz	Veracruz Montane Forest	NT0177
	Árida y semiárida	Pastizal de la Costa del Golfo de México	Western Gulf Coastal Grasslands	NA0701
		Matorral Xerófilo Tamaulipeco	Tamaulipan Matorral	NA1311
		Mezquital Tamaulipeco	Tamaulipan Mezquital	NA1312
	Tropical húmeda	Pantanos de Centla	Pantanos de Centla	NT0148
		Sierra de Los Tuxtlas	Sierra de Los Tuxtlas	NT0161
		Bosque Tropical Perennifolio de Veracruz	Veracruz Moist Forest	NT0176
		Bosque Tropical Perennifolio del Petén-Veracruz	Petén-Veracruz Moist Forest	NT0154
		Manglares del Golfo y Caribe Mesoamericanos	Mesoamerican Gulf-Caribbean Mangroves	NT1403
	Tropical subhúmeda	Bosque Tropical Caducifolio de Veracruz	Veracruz Dry Forest	NT0233

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Provincias morfotectónicas (Ferrusquía-Villafranca 1998)	Provincias fisiográficas (Rzedowski 1978)	Provincias florísticas (Rzedowski 1978)	Provincias biogeográficas (Morrone 2001)	
Faja Volcánica Transmexicana	Eje Volcánico Transversal	Serranías Meridionales	Eje Volcánico Transmexicano	
Sierra Madre del Sur	Sierra Madre del Sur		Sierra Madre del Sur	
	Sistema Montañoso del norte de Oaxaca			
	Depresión del Balsas	Depresión del Balsas	Depresión del Balsas	
		Valle de Tehuacán-Cuicatlán		
		Costa Pacífica		
Sierra Madre de Chiapas	Macizo Central de Chiapas	Serranías Transístmicas	Chiapas	
	Depresión Central de Chiapas	Costa Pacífica	Costa Pacífica	
	Sierra Madre de Chiapas	Soconusco	Chiapas	
	Planicie Costera Suroriental			
Plataforma de Yucatán	Planicie Costera Suroriental	Península de Yucatán	Península de Yucatán	

Las ecorregiones presentes en Jalisco se muestran en negritas. NA: ecorregiones con afinidad Neártica; NT: ecorregiones con afinidad Neotropical. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de las referencias indicadas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

	Zonas ecológicas terrestres (Toledo y Ordóñez 1998)	Ecorregiones (Olson *et al.* 2001)		
	Alpina	**Bosque de Pino y Encino en la Faja Volcánica Transmexicana**	**Transmexican Volcanic Belt Pine-Oak Forest**	**NT0310**
	Templada subhúmeda	**Zonas Lacustres del Centro de México**	**Central Mexican Wetlands**	**NT0901**
	Tropical subhúmeda	**Bosque Tropical Caducifolio en el Bajío**	**Bajio Dry Forest**	**NT0204**
	Templada subhúmeda	**Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre del Sur**	**Sierra Madre del Sur Pine-Oak Forest**	**NT0309**
	Tropical subhúmeda	**Bosque Tropical Caducifolio de Jalisco**	**Jalisco Dry Forest**	**NT0217**
	Templada húmeda	Bosque Mesófilo de Montaña de Oaxaca	Oaxaca Montane Forest	NT0146
	Templada subhúmeda	Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre de Oaxaca	Sierra Madre de Oaxaca Pine-Oak Forest	NT0308
	Tropical subhúmeda	**Bosque Tropical Caducifolio de la Depresión del Río Balsas**	**Balsas Dry Forest**	**NT0205**
	Árida y semiárida	Matorral Xerófilo del Valle de Tehuacán	Tehuacán Valley Matorral	NT1316
	Tropical subhúmeda	Bosque Tropical Caducifolio del Sur del Pacífico Mexicano	Southern Pacific Dry Forest	NT0230
		Manglares en la Costa Sur del Pacífico Mexicano	Mexican South Pacific Coast Mangroves	NT1407
	Templada húmeda	Bosque Mesófilo de Montaña de Chiapas	Chiapas Montane Forest	NT0113
	Templada subhúmeda	Bosque de Pino y Encino en América Central	Central American Pine-Oak Forest	NT0303
	Tropical subhúmeda	Bosque Tropical Caducifolio de la Depresión Central de Chiapas	Chiapas Depression Dry Forest	NT0211
	Templada subhúmeda	Bosque de Pino y Encino en América Central	Central American Pine-Oak Forest	NT0303
	Tropical húmeda	Bosque Tropical Perennifolio de la Sierra Madre de Chiapas	Sierra Madre de Chiapas Moist Forest	NT0162
	Templada húmeda	Bosque Mesófilo de Montaña de los Chimalapas	Chimalapas Montane Forest	NT0114
		Bosque Mesófilo de Montaña en América Central	Central American Montane Forest	NT0112
	Tropical subhúmeda	Bosque Tropical Caducifolio en América Central	Central American Dry Forest	NT0209
		Manglares en la Costa Sur del Pacífico Mexicano	Mexican South Pacific Coast Mangroves	NT1407
	Tropical húmeda	Bosque Tropical Perennifolio de Yucatán	Yucatán Moist Forest	NT0181
		Bosque de Pino en Belice	Belizian Pine Forest	NT0302
	Tropical subhúmeda	Bosque Tropical Caducifolio de Yucatán	Yucatan Dry Forest	NT0235
		Manglares del Golfo y Caribe Mesoamericanos	Mesoamerican Gulf-Caribbean Mangroves	NT1403

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

las especies, géneros, familias y órdenes tienen distribución restringida; por otro lado, grupos de plantas y animales tienden a mostrar patrones de distribución geográfica similares. A este fenómeno se le conoce como *provincialismo*.[1] A partir de entonces, se han realizado estudios de los centros de origen y endemismos; también se han analizado las barreras físicas que detienen la dispersión de los organismos por un lado y por el otro, y la existencia de corredores que permiten su movimiento de una región a otra. El resultado ha sido la división de la Tierra en regiones que reflejan similitudes bióticas que, en orden decreciente, son regiones, subregiones, provincias y distritos. Morrone (2001) agrupa la biota latinoamericana y caribeña en esta clasificación; en Jalisco encontramos la Costa Pacífica Mexicana, Sierra Madre Occidental, Altiplano Mexicano, Eje Volcánico Transmexicano, Sierra Madre del Sur y Depresión del Balsas.

Olson y colaboradores (2001) propusieron 867 ecorregiones terrestres, agrupadas en ocho regiones biogeográficas y 14 biomas, también reconocieron y describieron 49 ecorregiones en México (cuadro 1), y para Jalisco documentaron 11 (cuadro 1), asimismo propusieron una síntesis de la información biogeográfica, taxonómica y ecológica existente en el mundo. Para el caso de México utilizaron datos presentados en los párrafos anteriores. Como es de esperarse, existe congruencia entre las unidades propuestas por los diversos autores (cuadro 1); la diferencia está en los criterios utilizados para la regionalización. Olson *et al.* (2001) sugieren que las ecorregiones terrestres sean utilizadas como unidades para la conservación, ya que en muy pocas ocasiones sus límites son claros y abruptos. Por el contrario, entre una región ecológica y otra se forman zonas de transición o áreas con parches; también es posible que una ecorregión contenga más de una asociación vegetal. A continuación se describen las ecorregiones presentes en Jalisco y reconocidas por Olson *et al.* (2001) (cuadro 1, figura 1).

Bosque Tropical Caducifolio Sinaloense

Esta ecorregión se extiende desde el sur de Sonora hasta Jalisco. A lo largo de la costa del Pacífico, se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1300 msnm en las laderas occidentales de la Sierra Madre Occidental. En Jalisco, su distribución penetra al estado a través de los cañones que a su paso forma el río Grande de Santiago y sus afluentes los ríos Verde, Juchipila, Los Patitos, Chico, Bolaños y Atengo. Otra ruta de distribución del Bosque Tropical Caducifolio de Sinaloa, desde la costa hasta el interior de Jalisco, es la cuenca del río Ameca y su tributario el río Atenguillo. En ambas cuencas, el bosque cubre las laderas de los cañones en un rango que varía de 350 a 1 500 msnm.

La barranca del río Grande de Santiago es una formación fisiográfica característica del norte de Guadalajara. Se originó debido al paso del río del mismo nombre y constituye el límite entre la Sierra Madre Occidental y la Faja Volcánica Transmexicana. El punto de inicio del cañón se localiza cerca de la población de Puente Grande, Jalisco; continúa su recorrido hacia Nayarit con dirección noroeste y recibe varios nombres según las regiones que atraviesa: barranca de Colimilla, de Oblatos, de Huentitán, de Ibarra, de la Experiencia, de San Cristóbal y de Santa Rosa. Por su extensión, profundidad y clima, alberga gran diversidad de especies vegetales, muchas endémicas que constituyen un corredor biológico entre los ecosistemas templados del centro de Jalisco y los ambientes tropicales de la costa. Los municipios influenciados por la barranca del río Grande de Santiago son El Salto, Zapotlanejo, Tonalá, Guadalajara, Zapopan, Ixtlahuacán del Río, San Cristóbal de la Barranca, Amatitán, Tequila, Magdalena y Hostotipaquillo (figura 2).

Ha sido intensa la exploración botánica en la barranca del río Grande de Santiago (McVaugh 1972), y han resultado varios inventarios. Ornelas (1987) y Frías-Castro (2010) describieron la

[1] Trata de una de las primeras observaciones acerca de los patrones generales de distribución de los organismos sobre nuestro planeta.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

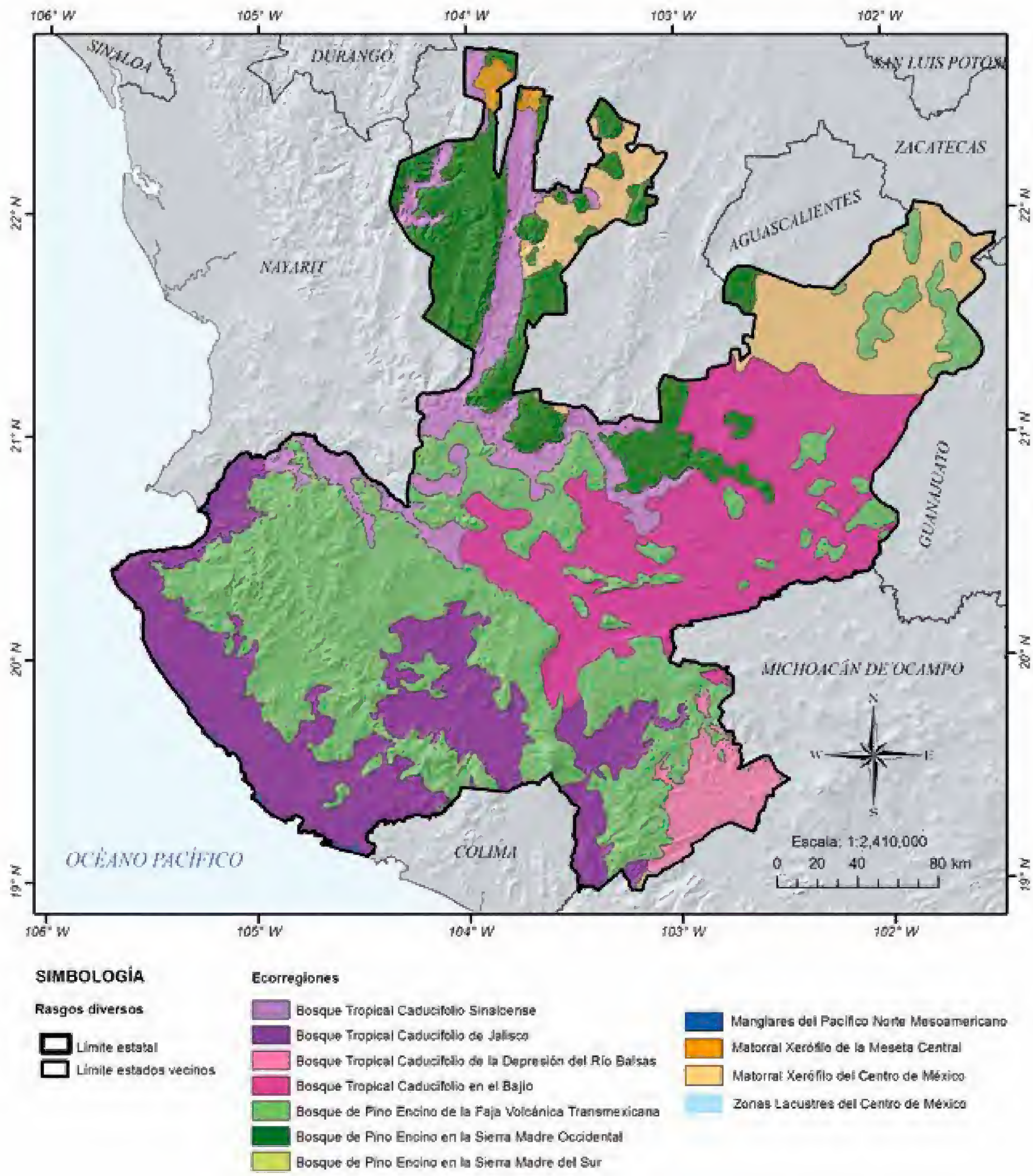


Figura 1. Las ecorregiones de Jalisco según Olson. Fuente: Olson *et al.* 2001.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. El bosque tropical caducifolio crece en los cañones que ha formado el río Grande de Santiago. El palo fierro (*Pithecellobium acatlense*) es evidente en el municipio de Hostotipaquillo. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

vegetación a lo largo de la carretera México 23 entre Zapopan y San Cristóbal de la Barranca; a su vez, Cházaro (1993), Guerrero (1994), Harker (2002) y Acevedo-Rosas *et al.* (2008) elaboraron inventarios florísticos de las barrancas cercanas a la zona metropolitana de Guadalajara; por último, López-Velázquez *et al.* (2011) describieron 104 especies arbóreas, nativas y exóticas, de las barrancas de los ríos Santiago y Verde.

En los Altos de Jalisco, el bosque tropical caducifolio crece a lo largo de la cuenca del río Verde en los municipios Zapotlanejo, Ixtlahuacán del Río, Acatic, Tepatitlán de Morelos, Cuquío, Yahualica de González Gallo, Mexticacán y Cañadas de Obregón; y el norte del estado es drenado por los ríos Bolaños y Atengo. Los municipios que forman parte de esta cuenca y que parcialmente están cubiertos con bosque tropical caducifolio son San Martín de Bolaños, Chimaltitán, Bolaños, Mexquitic y Huejuquilla el Alto. Vázquez-García y colaboradores (2004) hicieron un análisis de la flora vascular del norte de la entidad.

Sin importar la localidad, las barrancas del río Grande de Santiago y sus tributarios poseen gran riqueza biológica. Los árboles más representativos del boque tropical caducifolio son el ahuilote (*Vitex mollis*), la anona de cerro (*Annona longiflora*), el ayoyote (*Thevetia ovata*), el bonete (*Jacaratia mexicana*), el camichín (*Ficus pertusa*), la caoba (*Switenia humilis*), el capomo (*Brosimum alicastrum*), el chico zapote (*Manilkara zapota*), la majahua (*Heliocarpus terebinthinaceus*), el ciruelo (*Spondias purpurea*), la clavellina (*Pseudobombax palmeri*), los copales (*Bursera bipinnata, B. copallifera, B. fagaroides, B. grandifolia, B. multijuga, B. penicillata* y *B. schlechtendalii*), el cuachalalate (*Amphipteryngium adstringens*), el frijolillo (*Coursetia glandulosa*), la guázima (*Guazuma ulmifolia*), el guaje (*Leucaena esculenta*), el guaje colorado (*Leucaena leucocephala*), la higuera blanca (*Ficus insipida*), la higuera negra (*F. guadalajarana*), el tescalame (*F. petiolaris*), el zalate (*F. cotinifolia*), el matapiojos (*Trichilia hirta*), el ovo (*Spondias mombin*), el ozote (*Ipomoea intrapilosa*), el palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), el palo fierro (*Pithecellobium acatlense*), el papelillo (*Jatropha cordata*), la pata de cabra (*Bahuinia pringlei*), el pochote (*Ceiba aesculifolia*), la tronadora (*Tecoma stans*), el tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*) y el tepezapote (*Platymiscium trifoliolatum*); también son muy comunes los cactus columnares, como el

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. El manglar se puede apreciar en la bahía de Tenacatita. Destaca el mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

órgano (*Pachycereus pecten-aboriginum*), el pitayo (*Stenocereus queratoroensis*) y el cactus viejito (*Pilosocereus alensis*), así como el nopal de cerro (*Opuntia fuliginosa*).

Otra ruta de desplazamiento del Bosque Tropical Caducifolio de Sinaloa desde la costa Pacífica hasta el interior de Jalisco es la cuenca del río Ameca y su tributario el río Atenguillo. Los municipios parcialmente incluidos en esta ecorregión son Ameca, San Marcos, Guachinango, Atenguillo, Mascota, San Sebastián del Oeste y Puerto Vallarta. Este bosque se desarrolla en las laderas de las barrancas que han formado los ríos a su paso en un rango de 0 a 1 300 msnm; la temperatura media anual es de 24 °C con una oscilación de entre 23 y 36 °C; y la precipitación varía entre 900 y 1 200 mm en Ameca y Puerto Vallarta, respectivamente.

Manglares del Pacífico Norte Mesoamericano

Jalisco tiene un litoral de 351 km, lo que representa 3.15% de los 11 122 km del país. El manglar es una comunidad vegetal asociada con agua salina con movimiento lento o estancado y se desarrolla a lo largo del litoral; prospera en las orillas de las lagunas costeras, esteros, bahías protegidas y desembocaduras de ríos y arroyos (Rzedowski 1978, CONABIO 2008). Hay dos criterios de regionalización. Olson *et al.* (2001) reconocen a los Manglares del Pacífico Norte Mesoamericano. En contraste, para la CONABIO (2008), la zona se puede dividir en manglares del Pacífico centro y Pacífico norte. Los manglares de Jalisco pertenecen a la región Pacífico centro y crecen en los municipios Cihuatlán, La Huerta, Tomatlán, Cabo Corrientes y Puerto Vallarta.

La distribución del manglar en el estado es discontinua (figura 1). Los manglares más extensos se encuentran en la laguna Barra de Navidad, en la desembocadura del río Marabasco-Minatitlán, municipio Ciahuatlán. La laguna El Tecuán y la bahía de Tenacatita están influenciadas por la desembocadura del río Purificación y tienen un manglar extenso (figura 3). En la desembocadura del río San Nicolás se forma la laguna de Chalacatepec, otra zona con un manglar muy interesante. En el municipio Tomatlán, los ríos María García y Tomatlán generan las condiciones

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. En Tenacatita se aprecia claramente el límite entre el manglar y el bosque tropical caducifolio. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

adecuadas para el manglar; en particular, el río María García, cerca de la población de Cruz de Loreto, forma el sistema lagunar estuarino agua dulce El Emitaño. La desembocadura de los arroyos Chamela y Cuixmala forman el sistema Chamela-Cuixmala. Otros sitios con manglar son los esteros de los Leones, en Punta Pérula, de El Salado en Puerto Vallarta y de La Manzanilla. La temperatura media anual es de 18 °C y oscilan entre los 26 y 34 °C; la precipitación tiene un rango de entre 650 mm en Chalacatepec y 1200 mm en Puerto Vallarta.

El manglar es una formación leñosa densa, arbustiva o arborescente de 2 a 25 m de altura (figura 4), está formado por mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicenia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*); en ocasiones, no todas las especies de mangle se encuentran en un mismo sitio. Otros árboles característicos de los manglares es la majagua (*Talipariti tiliaceum var. pernambucense*) y la anona (*Annona glabra*). En muy pocas veces, los límites entre asociaciones vegetales son claros y abruptos (figura 4).

Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre Occidental

La ecorregión del Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre Occidental corresponde a la provincia morfotectónica (Ferrusquía-Villafranca 1998), fisiográfica (Rzedowski, 1978), florística (Rzedowski 1978) y biogeográfica (Morrone 2001) de la Sierra Madre Occidental (cuadro 1). Incluye parte de Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco. La altitud de la Sierra Madre Occidental varía entre 400 y 3 000 msnm, pero el Bosque de Pino y Encino crece entre los 500 y 3 000 msnm. En las laderas orientadas hacia el océano Pacífico, el encinar baja hasta 200 msnm de elevación. El cauce del río Grande de Santiago constituye el límite sur de la Sierra Madre Occidental y de la Faja Volcánica Transmexicana, ubicada en el centro de Jalisco; de forma similar, el río Verde forma el límite entre la Mesa Central y la Sierra Madre Occidental hacia los Altos de Jalisco. Parcialmente, esta ecorregión en la Sierra Madre Occidental cubre los municipios San Cristóbal de la Barranca, Tequila, San Martín de Bolaños, Chimaltitán, Bolaños, Villa Guerrero, Totatiche, Colotlán, Santa María de los Ángeles,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. El bosque de pino y encino en la sierra de Bolaños, al fondo el cañón del río Bolaños. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

Huejúcar, Mezquitic y Huejuquilla el Alto. La altitud varía de 1 400 a 2 800 msnm; la temperatura media anual es de 25 °C, con una oscilación entre 15 y 33 °C; y la precipitación anual varía entre 600 y 900 mm en Colotlán y Tequila, respectivamente.

En la entidad, la Sierra Madre Occidental está fragmentada por varios ríos que corren de forma paralela entre sí y perpendicular al río Grande de Santiago; los más importantes son los ríos Juchipila, Bolaños y Atengo. Las partes altas de la sierra están cubiertas con bosque de pino y encino, y sobre las laderas de cañones que han formado los ríos se localiza el bosque tropical caducifolio (figura 5). A lo largo de los ríos se ubica la vegetación en galería y, en los valles al fondo de los cañones, es posible encontrar el bosque espinoso. En un recorrido de este a oeste en la parte norte de Jalisco se observa una alternancia de cordones de montañas y cañones; por otra parte, las laderas de las sierras con dirección hacia la Mesa Central están cubiertas por el pastizal o el matorral xerófilo.

El norte de Jalisco es, biológicamente, poco conocido. Vázquez-García *et al.* (2004) documentaron la presencia de 2 081 especies de plantas vasculares. El bosque de pino y encino está dominado por *Pinus durangensis*, *P. leiophylla*, *P. lumholtzii*, *P. oocarpa*, *P. teocote*, *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. chihuahuensis*, *Q. coccolobifolia*, *Q. convallata*, *Q. crassifolia*, *Q. depressipes*, *Q. eduardii*, *Q. fulva*, *Q. gentryi*, *Q. laeta*, *Q. laurina*, *Q. magnoliifolia*, *Q. obtusata*, *Q. potosina*, *Q. praeco*, *Q. resinosa*, *Q. rugosa*, *Q. sideroxyla*, *Q. splendens*, *Q. subspathulata*, *Q. urbanii* y *Q. viminea*; también son comunes los enebros (*Juniperus deppeana* y *J. durangensis*) y el manzanillo (*Arctostaphylos pungens*), y en las partes altas de la sierra (2 730 msnm) crece el oyamel (*Abies durangensis*). Higareda-Rangel *et al.* (2004) explicaron el uso de 43 especies de angiospermas como plantas medicinales en la comunidad de Santa Catarina Cuexcomatitlán, municipio Mezquitic.

El norte de Jalisco es la región menos explorada zoológicamente. No existe un inventario de ningún grupo. Si se permitiera extrapolar, Wilson y McCranie (1979) colectaron 25 especies de anfibios y reptiles en las sierras Fría y de Morones, de Aguascalientes y Zacatecas, respectivamente. Estos dos cordones montañosos se localizan al este de la sierra de Los Huicholes.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 6. Norte del municipio Mezquitic cubierto por matorral xerófilo, donde destaca el ocotillo (*Fouquieria splendens*). Foto: Arturo Castro Castro.

Matorral Xerófilo de la Meseta Central

Esta ecorregión corresponde a la provincia fisiográfica (Rzedowski 1978) y biogeográfica (Morrone 2001) del Altiplano Mexicano. Al compararla con la propuesta de Ferrusquía-Villafranca (1998), ocupa el norte de la Mesa Central y las Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila (cuadro 1). Está limitado al este por la Sierra Madre Oriental, al sur por la Faja Volcánica Transmexicana y al oeste por la Sierra Madre Occidental; cubre la mitad oriental de Chihuahua, Coahuila, el noreste de Durango, Zacatecas, el sur de Nuevo León y la mitad noroccidental de San Luis Potosí; en Jalisco solo se encuentra en el norte de Mezquitic y el noroeste de Huejuquilla el Alto (figura 6). La temperatura media anual es de 29 °C con una variación entre 20 y 37 °C; la precipitación media anual oscila entre 475 y 550 mm.

Vázquez-García *et al.* (2004) describieron una asociación vegetal afín al desierto chihuahuense en Huejuquilla el Alto. Sin duda, corresponde a lo que Olson *et al.* (2001) llamaron Matorral Xerófilo de la Mesa Central. El estrato arbóreo está formado por el ocotillo (*Fouquieria splendens*), el palo verde (*Cercidium praecox*), el huizache prieto (*Acacia schaffneri*), el chaparro prieto (*Vachellia constricta*), el palo blanco (*Conzattia multiflora*), el ozote (*Ipomoea murucoides*) y el copal (*Bursera fagaroides*). Entre los arbustos más comunes se encuentran el orégano (*Lippia graveolens*), el cenizo (*Leucophylum frutescens*), la candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*), la sangre de drago (*Jatropha dioica*), la tronadora (*Tecoma stans*) y el garruño (*Mimosa monancistra*). El pitayo (*Stenocereus queretaroensis*), el garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) y el nopal cegador (*Opuntia microdasys*) son los cactus más conspicuos. En esta área no existen inventarios zoológicos.

Matorral Xerófilo del Centro de México

Esta ecorregión corresponde a la provincia morfotectónica de la Mesa Central (Ferrusquía-Villafranca 1998) y, en parte, a las provincias fisiográficas (Rzedowski 1978) y biogeográficas (Morrone 2001) del Altiplano Mexicano (cuadro 1). Al norte y oriente limita con la Sierra Madre Oriental, al sur con la Faja Volcánica Transmexicana

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 7. En el municipio Lagos de Moreno, el matorral xerófilo se mezcla con el pastizal. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

y al occidente con la Sierra Madre Occidental. La provincia incluye el sureste de Durango, Zacatecas, el centro y oriente de Aguascalientes, el norte de Guanajuato, el centro de Querétaro, el suroeste de San Luis Potosí, el noroeste de Hidalgo y el noreste de Jalisco (Ferrusquía-Villafranca 1998).

En Jalisco, el Matorral Xerófilo del Centro de México ocupa el extremo nororiental en la región Altos Norte (figura 7). En la zona están incluidos los municipios Teocaltiche, Villa Hidalgo, San Juan de los Lagos, San Diego de Alejandría, Unión de San Antonio, Lagos de Moreno, Encarnación de Díaz y Ojuelos de Jalisco. Se trata de una plataforma inclinada en dirección noreste-suroeste e interrumpida por una serie de serranías aisladas; también pertenecen porciones de los municipios Huejúcar, Santa María de los Ángeles y Colotlán. La elevación varía entre los 1 700 y 2 660 msnm. El punto más alto (2 660 msnm) se localiza en la sierra Cuatralba, al este del municipio Lagos de Moreno y en los límites de Guanajuato. El encinar y el bosque mixto de pino y encino ocupan las partes altas de las sierras mientras que los valles y mesetas están cubiertos por el matorral xerófilo, el pastizal y el bosque espinoso (Santana-Michel *et al.* 1987).

El matorral xerófilo cubre la mayor parte de esta ecorregión; su distribución es discontinua y se alterna con el zacatal y el bosque espinoso. Sus componentes más conspicuos son los nopales (*Opuntia streptacantha*, *O. robusta* y *O. imbricata*), el izote (*Yucca australis*), el garruño (*Mimosa monancistra*), el garabatillo (*Mimosa aculeaticarpa*), el huizache prieto (*Acacia schaffneri*), el varaduz (*Eysendardtia polystachya*), el sotol (*Dasylirion acrotriche*), el orégano (*Lippia graveolens*) y la sangre de drago (*Jatropha dioica*); son frecuentes los cactus globosos (*Coryphantha cornifera*, *Mammillaria densispina*, *M. uncinata* y *Stenocactus zacatecasensis*).

Las planicies con suelos someros están cubiertas por el pastizal. Los pastos más frecuentes son el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) y el pasto lobero (*Lycurus phleoides*); también son comunes *Bouteloua chondrosioides* y *Aristida divaricata*, y pastizal está salpicado por el huizache prieto (*Acacia schaffneri*). El bosque espinoso cubre los valles con suelos profundos, y el mezquite (*Prosopis leavigata*) es el elemento más conspicuo.

Al noreste de Lagos de Moreno y cima de la sierras Cuatralba y El Cuarenta prospera un

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

bosque mixto de pino y encino con afinidad xerófila; sus principales componentes arbóreos son el pino piñonero (*Pinus cembroides*), el roble (*Quercus resinosa*) y los encinos (*Q. chihuahuensis*, *Q. grisea*, *Q. eduardii*, *Q. microphylla* y *Q. potosina*). *Mammillaria perezdelarosae* es una biznaga globosa y endémica de la sierra El Cuarenta. Otro cactus globoso y endémico (*Mammillaria bombycina*) de Jalisco crece en el municipio Villa Hidalgo, en los límites con Aguascalientes.

Bosque de Pino y Encino en la Faja Volcánica Transmexicana

La Faja Volcánica Transmexicana cruza México desde el cerro de San Juan, (Tepic, Nayarit) hasta la sierra de Chinconquiaco (Veracruz). Se ubica entre los 19 y 21° de latitud norte y los 96.5 y 105.5° de longitud oeste (Ferrusquía-Villafranca 1998). A lo largo de este conjunto de planicies escalonadas se localizan las montañas más altas del país; en su parte occidental, en Nayarit, destacan los cerros San Juan y Sangangüey y el volcán Ceboruco; en Jalisco y Colima el cerro de Tequila, el Nevado y el volcán de Colima; y en Michoacán, el pico de Tancítaro y el volcán Paricutín. En la parte central (Estado de México) se localizan el Nevado de Toluca; en Puebla y el Estado de México, el volcán Popocatépetl y el volcán Iztaccíhuatl; en la Ciudad de México, el cerro del Ajusco y el cerro Tláloc; en el sector oriental (Tlaxcala) está situado el volcán La Malinche; en Veracruz el Cofre de Perote; y en Veracruz y Puebla el Pico de Orizaba. Entre las montañas se encuentran grandes valles donde vive 40% de la población mexicana en ciudades como Tepic, Guadalajara, Morelia, Toluca, Pachuca, Ciudad de México, Puebla, Tlaxcala y Xalapa (INEGI 2012).

A lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana crecen el bosque tropical caducifolio, el bosque espinoso, el matorral xerófilo, el pastizal y los bosques de *Quercus* y de coníferas (Rzedowski 1978). El bosque de *Quercus*, el bosque de coníferas y el bosque mixto de *Quercus* y *Pinus* crecen desde los 1 500 msnm hasta el límite de la vegetación arbórea, los 3 880 msnm. Los árboles dominantes son de los géneros *Quercus* (Fagaceae), *Pinus* y *Abies* (Pinaceae), *Juniperus* y *Crupressus* (Cupressaceae) y *Arbutus* (Ericaceae).

En Jalisco se unen la Sierra Madre Occidental, la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur. La Sierra Madre Occidental se separa de la Faja Volcánica Transmexicana por el curso del río Grande de Santiago; de forma similar, los valles Tuxcacuexco, Tolimán, El Grullo y Autlán separan a la Sierra Madre del Sur de la Faja Volcánica Transmexicana. Es difícil determinar los límites entre ambas hacia los municipios Atenguillo, Ayutla, Cuautla, Guachinango, Mascota, Mixtlán, San Sebastián del Oeste y Talpa de Allende.

La Faja Volcánica Transmexicana incluye total o parcialmente a los municipios Concepción de Buenos Aires, La Manzanilla de la Paz, Mazamitla, Tamazula de Gordiano, Tecalitlán, Valle de Juárez, Amacueca, Atemajac de Brizuela, Atoyac, Zapotlán el Grande, Gómez Farías, Sayula, Tapalpa, Techaluta de Montenegro, Teocuitatlán de Corona, Tolimán, Tonila, Tuxpan, San Gabriel, Zacoalco de Torres, Zapotiltic, Zapotitlán de Vadillo, Atengo, Chiquilistlán, Ejutla, El Grullo, Juchitlán, El Limón, Tecolotán, Tenamaxtlán, Tonaya, Tuxcacuesco, Unión de Tula, Ahualulco del Mercado, Amatitán, Ameca, San Juanito de Escobedo, El Arenal Cocula, Etzatlán, Hostotipaquillo, Magdalena, San Marcos, San Martín Hidalgo, Tala, Tequila (figura 8), Teuchitlán, Acatlán de Juárez, Cuquío, Guadalajara, Ixtlahuacán de los Membrillos, Ixtlahuacán del Río, Juanacatlán, El Salto, San Cristóbal de la Barranca, Tlajomulco de Zúñiga, Tlaquepaque, Tonalá, Villa Corona, Zapopan y Zapotlanejo. La biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana fue resumida por Espinosa y Ocegueda (2007) (cuadro 2).

En Jalisco existen cinco áreas naturales protegidas dentro del Bosque de Pino y Encino en la Faja Volcánica Transmexicana. A escala federal, se tiene el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP), la cual incluye parte de los municipios Zapopan, Tala y Tlajomulco de Zúñiga; también existe el Área de Protección de Flora

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 8. En el volcán de Tequila crece el bosque mixto de pino y encino. En primer plano se observa al pino común (*Pinus oocarpa*). Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

Cuadro 2. Número de especies documentadas presentes en la ecorregión Faja Volcánica Transmexicana.

Grupo	Núm. de órdenes	Núm. de familias	Núm. de géneros	Núm. de especies	Núm. de taxones subespecíficos	Referencia
Gimnospermas		4	8	35		Contreras-Medina *et al.* 2007
Robles y encinos				36		Valencia-Ávalos 2007
Familia Asteraceae		1		709	145	Villaseñor y Ortiz 2007
Moluscos terrestres				176		Naranjo-García y Olivera-Carrasco 2007
Colémbolos				228		Palacios-Vargas *et al.* 2007
Ácaros oribátidos				158		Palacios-Vargas e Iglesias 2007
Pulgas				90	17	Acosta y Fernández 2007
Anfibios				106		Flores-Villela y Canseco-Márquez 2007
Reptiles				143		Flores-Villela y Canseco-Márquez 2007
Aves				705*		Navarro-Singüenza *et al.* 2007
Mamíferos				152		Escalante *et al.* 2007

* 519 de estas especies son residentes permanentes o reproductoras en verano, 178 son residentes en invierno y 74 accidentales o transitorias. Fuente: elaboración propia a partir de las referencias indicadas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y Fauna Sierra de Quila (APFFSQ) en los municipios Tecolotlán, Tenamaxtlán, San Martín Hidalgo y Cocula. En el sur del estado está el Parque Nacional Volcán Nevado de Colima (PNVNC) y los municipios comprendidos son Zapotitlán de Vadillo, Tuxpan, Venustiano Carranza y Zapotlán el Grande. A escala estatal existe el Parque Estatal Bosque Mesófilo Nevado de Colima (PEBMNC); por último, a escala municipal existe el área de Manejo de Formaciones Naturales de Interés Municipal Piedras Bola (AMFNINPB) en el municipio Ahualulco de Mercado (CONACYT 2014).

Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP)

El APFFLP se localiza en la sierra La Primavera y fue decretada el 6 de marzo de 1980; se ubica al oeste de la zona metropolitana de Guadalajara y tiene 30 500 ha de extensión; se encuentra en las coordenadas extremas 20° 32´ 36.33˝ y 20° 43´ 33.36˝ de latitud norte y 103° 27´ 16.51˝ y 103° 41´ 12.65˝ de longitud oeste. La elevación varía de 1 380 msnm, en su extremo noroeste, hasta los 2 250 msnm en el cerro Las Planillas, al sureste de la zona. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano y 5% de lluvia invernal [C(W)(w)] (García 1987, Hijmans *et al.* 2005); la temperatura media anual es de 18.7 °C, con un rango que varía de 5 °C en enero a 32 °C en junio; la precipitación promedio anual es de 985 mm.

El APFFLP es un laboratorio natural y ha estado sujeto a muchos estudios (figura 9). Se puede consultar información general en Curiel-Ballesteros (1988) y Anónimo (2000). A su vez, Hernández-López y Ramírez-Delgadillo (2011) recopilaron las publicaciones acerca de biodiversidad en el área (cuadro 3).

Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila (APFFSQ)

El APFFSQ se estableció el 4 de agosto de 1982; tiene extensión de 14 168 ha y variación altitudinal entre 1350 y 2 560 msnm; se sitúa entre los paralelos 20° 14' y 20° 22' de latitud norte y los meridianos 103° 57' y 104° 07' de longitud oeste; la precipitación media anual es de 900 mm; el bosque mixto de pino encino se desarrolla por arriba de los 1 500 msnm.

En noviembre del 2011 se realizó el primer foro acerca del conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila. En el evento se dieron a conocer los avances del conocimiento de la diversidad biológica del lugar (cuadro 4). El símbolo del APFFSQ es el ajolote (*Ambystoma flavipiperatum*), una especie endémica de Jalisco (Ayón-Escobedo *et al.* 2011).

Cuadro 3. Síntesis de las investigaciones acerca de biodiversidad de especies llevadas a cabo en el APFF La Primavera.

Grupo	Núm. de familias	Núm. de géneros	Núm. de especies	Referencia
Hongos			250	Rodríguez-Alcántar *et al.* 2002
Plantas vasculares	107	419	961	Rodríguez y Reynoso-Dueñas 1992, Cházaro y Lomelí-Mijes 1995, Reyna-Bustos 2002, 2004 y Ramírez-Delgadillo *et al.* 2010
Orquídeas			47	Reyna-Bustos *et al.* 2006
Pastos			135*	Contreras-Rodríguez *et al.* 2011
Anfibios			17	Reyna-Bustos *et al.* 2007
Reptiles			39	Reyna-Bustos *et al.* 2007
Aves			162	Reyna-Bustos 2010
Mamíferos			32	Aguilar-Vizcaíno 2008

* 102 corresponden a especies nativas y 33 introducidas. Fuente: elaboración propia a partir de las referencias indicadas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 9. En el APFFLP es común el bosque de pino (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus resinosa*). Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

Cuadro 4. Síntesis de las investigaciones acerca de biodiversidad de especies llevada a cabo en el APFF Sierra de Quila.

Grupo	Núm. de familias	Núm. de géneros	Núm. de especies	Referencia
Hongos comestibles			39	Guzmán-Dávalos *et al.* 2011
Plantas vasculares	137	449	859	Hernández-López *et al.* 2011
Hormigas			12	Villalvazo-Palacios y Pérez-Domínguez 2011
Escarabajos			26	Rivera-Cervantes *et al.* 2011
Anfibios			22	Rodríguez-Canseco *et al.* 2011
Reptiles			44	Rodríguez-Canseco *et al.* 2011
Aves			149	Rosas-Espinoza *et al.* 2011
Murciélagos			21	López-Rodríguez e Iñiguez-Dávalos 2011
Mamíferos			17	Becerra-Salgado y Ramírez-Martínez 2011

Fuente: elaboración propia a partir de datos de las referencias indicadas.

Parque Nacional Volcán Nevado de Colima (PNVNC)

El PNVNC se localiza en el sur de Jalisco y norte de Colima; tiene una extensión de 6 554.75 ha en los municipios Zapotlán el Grande, Tuxpan, Zapotitlán de Vadillo y San Gabriel, Jalisco, y Comala y Cuauhtemoc, Colima; se extiende desde la cota de los 2 200 msnm hasta los 4 270 msnm. González-Villarreal y Pérez de la Rosa (1987) describieron al bosque mixto de pino y encino, bosque mesófilo de montaña, bosque de oyamel, bosque de pino y vegetación alpina (figura 10).

El bosque mixto de pino y encino se desarrolla entre los 2 000 y 2 500 msnm. Está formado por el pino (*Pinus pseudostrobus*) y los encinos (*Quercus castanea*, *Q. deserticola*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*). Por su parte, el bosque mesófilo de montaña tiene una distribución discontinua a lo largo de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

cañadas húmedas; sus componentes arbóreos más conspicuos son *Clethra mexicana*, *Meliosma dentata*, *Aphananthe monoica*, *Oreopanax xalapensis*, *Prunus serotina* subsp. *capuli*, *Quercus candicans*, *Salix jaliscana* y *Tilia mexicana*. El bosque de oyamel crece a los 2 650 msnm y está formado por *Abies religiosa* y *A. flinckii*, principalmente; junto con estos crecen *Q. rugosa* y *Q. laurina*. El bosque de pino se desarrolla entre los 3 300 y 3 880 msnm con elementos arbóreos *P. rudis* y *P. hartwegii*. El límite de la vegetación arbórea se encuentra a 3 880 m de elevación. A partir de esta altitud inicia la vegetación alpina, la cual tiene una distribución discontinua en los sitios más altos de la Faja Volcánica Transmexicana (Rzedowski 1978).

La comunidad vegetal se desarrolla por encima del límite de la vegetación arbórea y hasta los 4 500 msnm. La vegetación alpina se puede apreciar en los volcanes Nevado de Colima, Pico de Tancítaro, Nevado de Toluca, Iztaccíhuatl, Popocatépetl, La Malinche, Cofre de Perote y Pico de Orizaba, y los cerros del Ajusco y Tláloc. La vegetación alpina está formada por el enebro (*Juniperus monticola*) y los pastos (*Agrostis tolucensis*, *Calamagrostis tolucensis*, *Festuca tolucensis* y *Muhlenbergia quadridentata*); también están presentes *Arenaria bryoides*, *Draba jorullensis*, *Gnaphalium liebmannii*, *Vaccinium geminiflorum* y *Pernettya ciliata*.

Parque Estatal Bosque Mesófilo Nevado de Colima (PEBMNC)

Tiene una superficie de 7 213 ha y consta de cuatro polígonos conectados entre sí a través del PNVNC (SEMADES 2008). Está restringida en las cañadas profundas con pendientes pronunciadas; por esta razón, en la reserva existen cuatro barrancas en cuatro municipios. En Tuxpan está la barranca Los Bueyes; Tuxpan y Zapotlán el Grande comparten la barranca Atenquique-Loma Alta; y la barranca de Alseseca le pertenece a los municipios San Gabriel y Zapotitlán de Badillo; por último, la barranca El Borbollón es de Zapotitlán de Badillo.

El bosque mesófilo de montaña es una mezcla de plantas tropicales y templadas. En Jalisco crece a lo largo de cañadas profundas y con pendientes pronunciadas que lo protegen del viento y la radiación solar; en consecuencia, la humedad se

Figura 10. En la parte más alta del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima prospera la vegetación alpina. En la foto destacan el pino (*P. hartwegi*) y los pastos (*Calamagrostis tolucensis* y *Festuca tolucensis*). Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

mantiene durante todo el año. La comunidad vegetal prospera entre los 1 000 y 2 500 msnm, pero es más común entre los 1 620 y 2 310 msnm; los árboles más comunes son el malvaste (*Clethra mexicana*), el cortapico (*Meliosma dentata*), la mano de león (*Oreopanax xalapensis*), el capulín (*Prunus serotina* subsp. *capulí*), el encino cenizo (*Quercus candicans*), el sauz (*Salix jaliscana*), el cirimo (*Tilia mexicana*), la mora roja (*Ostrya virginiana*) y la mora blanca (*Carpinus tropicalis*); también son frecuentes los oyameles (*Abies religiosa* y *A. flinckii*), y han sido observadas 41 especies de reptiles, 12 de aves y 10 de mamíferos que, según la NOM-059-SEMARNAT-2001, se encuentran con algún tipo de amenaza (SEMADES 2008).

Manejo de Formaciones Naturales de Interés Municipal Piedras Bola (MFNIMPB)

El ANPPB tiene una superficie de 260 ha que es parte del terreno de uso común de 49 ejidatarios en el ejido de Santa Cruz de Bárcenas, municipio Ahualulco de Mercado. Piedras Bola se encuentra al suroeste de la cabecera municipal de Ahualulco de Mercado y al norte de Ameca, y es parte de una zona más grande conocida como sierra del Águila, protegida a nivel estatal. El área de esferas se localiza a 1 937 msnm, en el paralelo de los 20° 39' 15.98" de latitud norte y el meridiano 104° 03' 28.62" de longitud oeste. Se ha registrado la presencia de 272 especies de plantas con flores agrupadas en 171 géneros y 59 familias. El ANPPB está dominada por el encinar (figura 11). En el estrato arbóreo, el elemento dominante es el roble (*Quercus magnoliifolia*); también son evidentes el pino común (*Pinus oocarpa*), el pino triste (*Pinus lumholtzii*), el tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*), el tepame (*Acacia pennatula*) y el madroño (*Arbutus xalapensis*); los elementos del estrato arbustivo son el capulincillo (*Vaccinium stenophyllum*), el madroño (*Comarostaphylis glaucescens*), el palo dulce (*Eysendhartia polystachya*) y la ciruelilla (*Ximenia parviflora*).

Zonas Lacustres del Centro de México

A esta ecorregión pertenecen los ríos, lagos, presas y humedales ubicados a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana. Las cuencas hidrológicas a las que pertenecen los cuerpos de agua son Pánu-

Figura 11. El bosque de pino y encino es común en el Área Natural Protegida Piedras Bola. En primer plano, a la derecha, se observa el pino triste (*Pinus lumholtzii*), a la izquierda se aprecia el roble (*Quercus resinosa*). Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

co, Balsas, Lerma-Chapala-Santiago, Ameca y Armería (Abell *et al.* 2008). El río Pánuco desemboca en el golfo de México en contraste con los ríos Balsas, Santiago, Ameca y Armería que drenan hacia el océano Pacífico; también existen varias cuencas endorreicas (Rojas-Rabiela 2004, Lara-Lara *et al.* 2008). En Puebla son importantes Alchichica, La Preciosa, Quechulac, Aljojuca y Atexcac. Los lagos de Apan se localizan en Hidalgo. En el valle de México aún sobreviven los lagos de Xochimilco, Chalco, Texcoco, Xaltocan y Zumpango. En Michoacán, las cuencas endorreicas son Guadalupe, Jaripo, Magdalena, Tocumbo, Zacapu, Zirahuén, Cuitzeo y Pátzcuaro. Por último, en Jalisco, el mismo tipo de cuencas se encuentran en Magdalena, Atotonilco, San Marcos, Sayula y Zapotlán. El cuerpo de agua natural más grande es el lago de Chapala en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago. Lot *et al.* (2004) elaboraron una guía de los ambientes acuáticos en el valle de México.

A lo largo de los ríos (o sus tributarios) Pánuco, Balsas, Lerma, Santiago, Ameca y Armería se han construido presas. Las presas Valsequillo y Valle de Bravo son las más importantes en la cuenca del río Balsas; por su parte, en la cuenca del río Pánuco son significativas las de Tula y Zimapán; sobre el río Lerma destacan las de Villa Victoria, Huapango, Tepuxtepec, Solis, Yuriria y Melchor Ocampo. A lo largo del río Grande de Santiago se han construido las presas de Santa Rosa, La Yesca, El Cajón y Aguamilpa; en el río Ameca se localiza la presa La Vega. Finalmente, en el río Ayuquila, tributario del río Armería, se encuentra la presa Ramón Corona-Trigomil.

En el estado son importantes los sistemas lacustres. El lago de Chapala es el más grande de México, tiene una superficie aproximada de 5 200 km^2, cuatro quintas partes se encuentran en Jalisco y el resto en Michoacán; otra laguna significativa es la de Cajititlán, en el municipio Tlajomulco de Zúñiga; también existen cuencas endorreicas, como las de Magdalena, Atotonilco, San Marcos, Sayula y Zapotlán. Las presas más importantes son Santa Rosa, La Yesca, La Vega y Ramón Corona-Trigomil.

La vegetación acuática se asocia a los cuerpos de agua. Mora-Olivo *et al.* (2013) encontraron 240 especies, 106 géneros y 62 familias de plantas vasculares y acuáticas estrictas en México, y registraron 13 especies exóticas. Las especies de plantas flotadoras más comunes en el lago de Chapala, lagunas de Cajititlán, Magdalena y Zapotlán y la presa de la Vega son el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), la lenteja de agua (*Lemna aequinoctialis* y *L. gibba*), el helecho acuático (*Azola mexicana*) y la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*); en la categoría de plantas enraizadas sumergidas están lama (*Najas guadalupensis*), el pasto de agua (*Potamogeton foliosus* y *P. nodosus*) y el zacate de agua (*Zannichellia palustris*); y en la de plantas enraizadas emergentes se encuentran el platanillo (*Canna glauca*, *C. flavescens* y *Thalia geniculata*), la cucharilla (*Heteranthera limosa* y *H. reniformis*), la hoja flecha (*Sagittaria latifolia*), el tule (*Typha domingensis* y *T. latifolia*) y el tulillo (*Scirpus californicus*); las plantas enraizadas de hojas flotantes son las ninfas (*Nynphaea gracilis*), los lirios (*Nymphoides fallax* y *N. indica*) y los helechos de agua (*Marsilea mollis*).

En las partes bajas de las cuencas endorreicas de Atotonilco, San Marcos y Sayula prospera la vegetación halófila, sus principales componentes son el tulillo (*Scirpus americanus*), los pastos salados (*Distichlis spicata*, *Eragrostis obtusiflora* y *Sporobolus pyramidatus*), el romerito (*Suaceda torreyana*), la frutilla (*Lycium carolinianum*), la cenicilla (*Sesuvium portulacastrum*) y la cola de alacrán (*Heliotropium curassavicum*); por último, a lo largo de ríos y arroyos permanentes crecen el ahuehuete (*Taxodium mucronatum*), los sauces (*Salix bonplandiana* y *Salix humboldtiana*) y el taray (*Salix taxifolia*).

El lago de Chapala, las lagunas de Sayula, de San Marcos, de Cajititlán, de Magdalena, de Zapotlán, de Atotonilco y las presas Trigomil y de la Vega son el hábitat de muchas especies animales. Guzmán-Arroyo (1990) dio a conocer un inventario de la fauna acuática en la Nueva Galicia, incluidos Durango, Sinaloa, Nayarit, Zacatecas, Jalisco, Colima, Michoacán y Guanajuato; también analizó la presencia de moluscos, crustáceos decápodos,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

insectos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (cuadro 7). Los ambientes acuáticos son santuarios para las aves, las hay residentes y migratorias; para las que utilizan la ruta migratoria del centro, los cuerpos de agua sirven como sitio de invernación. Un mamífero acuático es la nutria (*Lutra longicaudis*) que ha sido registrada en la presa de la Vega.

Los ecosistemas dulceacuícolas de la Faja Volcánica Transmexicana tienen problemas serios porque casi 40% de los mexicanos viven allí (INEGI 2012). De ahí se obtiene el agua para el consumo humano de Tepic, Guadalajara, León, Morelia, Toluca, Pachuca, Ciudad de México, Puebla, Tlaxcala y Xalapa. El abasto de líquido potable de otras ciudades más pequeñas también depende de los mismos porque la infraestructura hidráulica es obsoleta, la sobre-extracción del agua es común y las plantas tratadoras de aguas residuales no son suficientes o no funcionan, pues su mantenimiento es caro; la basura es un factor común, la deforestación es evidente y, en consecuencia, no se pueden ocultar la erosión del suelo y el azolve. Este problema se ha agravado por la introducción de plantas y animales exóticos; los ejemplos más graves son el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) y la tilapia (*Oreochromis aureus*, *O. niloticus*, *Tilapia zilli* y *T. mossambicus*). Lo peor del caso es que la clase política responsabiliza de estos problemas al cambio climático.

Bosque Tropical Caducifolio en el Bajío

Esta región no tiene correspondencia con la regionalización fisiográfica de México propuesta por Rzedowski (1978), morfotectónica de Ferrusquía-Villafranca (1998) y biogeográfica de Morrone (2001). Sin embargo, Rzedowski y McVaugh (1966) describieron un bosque tropical caducifolio en los alrededores del lago de Chapala (figura 12), y de las lagunas de Zacoalco-Sayula y del valle de Ameca, que puede ser referida a esta ecorregión. La zona se ubica en el centro de Jalisco y se extiende al este hacia Michoacán y Guanajuato y al norte hacia Zacatecas y Aguascalientes.

Este bosque incluye la porción norte de la Faja Volcánica Transmexicana en su transición con la Mesa Central. En Jalisco comprende las montañas que rodean el lago de Chapala y las lagunas de Magdalena, Cajititlán, Zacoalco, Atotonilco, Zayula y San Marcos; también incluye las laderas de las montañas alrededor de los valles centrales en los municipios El Arenal, Tequila, Tala, Ameca, Teuchitlán, Ahualulco de Mercado, Etzatlán, San Juanito de Escobedo, San Marcos y San Martín Hidalgo, y se extiende hacia el noreste en los municipios Poncitlán, Tototlán, Atotonilco el Alto, Ayotlán y Degollado. La altitud varía de los 1 200 a los 1 800 msnm; la temperatura promedio anual es de 26 °C, pero varía de 20 a 34 °C, y la precipitación media anual oscila entre los 800 y 900 mm.

Dentro de esta ecorregión hay dos hábitats. El primero son las laderas con pendientes pronunciadas de las montañas que poseen suelos someros, pedregosos, con buen drenaje y están cubiertas con el bosque tropical caducifolio. El segundo, en contraste, son las partes bajas y planas que poseen suelos arcillosos y profundos, y que originalmente estuvieron cubiertas con bosque espinoso; muchas de estas zonas han sido convertidas a la agricultura.

El bosque tropical caducifolio muestra estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos bien definidos. Los árboles más comunes son el tepeguaje (*Lysiloma microphyllum*), el guaje (*Leucaena esculenta*), el cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*), la guazima (*Guazuma ulmifolia*), el pochote (*Ceiba pentandra*), la anona (*Annona longiflora*), el zopote blanco (*Casimiroa edulis*), la majagua (*Heliocarpus terebinthinaceus*), el ozote (*Ipomoea intrapilosa*), la corpeña (*Plumeria rubra*), la tronadora (*Tecoma stans*), el nopal (*Opuntia fuliginosa*), el ahuilote (*Vitex mollis*), el palo dulce (*Eysendhardtia polystachya*) y los copales (*Bursera fagaroides*, *B. multijuga*, *B. penicillata*, *B. roseana* y *B. bipinnata*); también es evidente el pitayo (*Stenocereus queretaroensis*). En el estrato arbustivo destacan la dominguilla (*Croton ciliatoglanduliferus*), el llora sangre (*Bocconia arborea*) y la salvia real (*Hyptis albida*). Al herbáceo lo dominan pastos y compuestas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 12. Las laderas de las montañas que rodean el lago de Chapala están cubiertas con bosque tropical caducifolio. Se muestra parte de éste cerca de El Chante, municipio Jocotepec. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

En Jalisco, la laguna de Sayula es un sitio Ramsar. Se trata de una cuenca endorreica con 16 800 ha de superficie; incluye parte de los municipios Atoyac, Zacoalco de Torres, Teocuitatlán de Corona, Techaluta de Montenegro, Amacueca y Sayula. En el lecho de la laguna, la altitud varía de 1 345 a 1 348 msnm, pero el rango altitudinal de la cuenca varía de 1 345 msnm, en Carmelita, municipio Sayula, a 2 700 msnm, cerca del poblado de Juanacatlán, en Tapalpa. La temperatura media anual es de 28 °C con una variación de entre 20 y 34 °C; la precipitación pluvial varía de 700 a 800 mm. La evaporación excede a la precipitación y las sales se han acumulado en el lecho del lago, en consecuencia, la laguna de Sayula es salada.

En la cuenca de la laguna de Sayula prosperan la vegetación acuática y la halófila, el bosque espinoso y el tropical caducifolio, en encinar y el bosque mixto de pino y encino (Villegas-Flores 1995) (figura 13), su distribución depende de la topografía y la altitud. La vegetación acuática está dominada por el tule (*Typha domingensis*), y parte de la vegetación halófila la forman los pastos salados (*Distichlis spicata*, *Eragrostis obtusiflora* y *Sporobolus pyramidatus*), el romerito (*Suaceda torreyana*), la frutilla (*Lycium carolinianum*), la cenicilla (*Sesuvium portulacastrum*) y la cola de alacrán (*Heliotropium curassavicum*); en tanto, el mezquite (*Prosopis leavigata*), el huizache (*Acacia farnesiana*), el guamúchil (*Pithecelobium dulce*), el nopal (*Opuntia fuliginosa*), el granjeno (*Celtis pallida*) y el pitayo (*Stenocereus queretaroensis*) son los elementos más comunes del bosque espinoso. Esta asociación prospera en terrenos con poca pendiente y por encima del nivel de salinidad. Un mamífero común es la liebre torda (*Lepus callotis*). En el bosque tropical caducifolio destacan los papelillos (*Bursera fagaroides* y *B. penicillata*), el ozote (*Ipomoea intrapilosa*), el tepeguaje (*Lysiloma microphylla*), la guázima (*Guazuma ulmifolia*), la flor de mayo (*Plumeria rubra*), el pochote (*Ceiba aesculifolia*), el nopal (*Opuntia fuliginosa*), la higuera (*Ficus guadalajarana*) y el zalate (*F. padifolia*). El bosque tropical caducifolio crece en laderas con pendientes pronunciadas entre 1 350 msnm y 1 800 msnm. El roble (*Quercus magnoliifolia*) domina al encinar. Por último, el pino común (*Pinus oocarpa*), el pino escobetón

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 13. Laguna de Sayula (sitio Ramsar). Se observa la vegetación acuática dominada por el tule (*Typha domingensis*) y el bosque espinoso (en la isla Chica, municipio Atoyac) dominado por el mezquite (*Prosopis leavigata*). Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

(*P. devoniana*), el pino triste (*P. lumholtzii*), el roble (*Quercus magnoliifolia*) y el encino (*Q. castanea*) se mezclan para formar el bosque mixto pino y encino.

Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre del Sur

Esta ecorregión, localizada en la provincia morfotectónica de la Sierra Madre del Sur, se extiende desde Cabo Corrientes, en Jalisco, hasta Oaxaca, a través de Colima, Michoacán, Estado de México, Morelos, Puebla y Guerrero (figura 1). Es un área topográfica y fisiográficamente muy complicada que incluye a las provincias fisiográficas de la Sierra Madre del Sur, Depresión del Balsas y Sistema Montañoso del Norte de Oaxaca (Rzedowski 1978).

En Jalisco, la Sierra Madre del Sur se orienta, de forma paralela, a la costa del Pacífico y está surcada de manera perpendicular por los ríos Mascota, Tomatlán, San Nicolás, Purificación y Marabasco-Minatitlán. Los municipios San Sebastián del Oeste, Puerto Vallarta, Cabo Corrientes, Tomatlán, Atenguillo, Ayutla, Cuautla, Mascota, Talpa de Allende, Casimiro Castillo, Villa Purificación, Autlán de Navarro, Tuxcacuesco, Tolimán, Zapotitlán de Vadillo y Cuautitlán de García Barragán están parcial o totalmente incorporados a la Sierra Madre del Sur.

La Sierra Madre del Sur está cubierta por vegetación acuática y subacuática, el matorral xerófilo, y los bosques espinoso, tropical caducifolio, tropical subcaducifolio, mesófilo de montaña, de *Quercus* y el de coníferas. En general, el bosque mixto de pino y encino crece entre los 1 000 y 2 500 msnm; por su parte, el bosque mesófilo de montaña se desarrolla entre los 700 y 2 600 msnm de altitud y se encuentra restringido a cañadas húmedas y protegidas en laderas con pendientes muy pronunciadas (Vázquez-García y Cuevas-Guzmán 1995); el bosque tropical subcaducifolio se localiza entre los 400 y 1 300 msnm restringido a cañadas húmedas y protegidas; el bosque tropical caducifolio se desarrolla entre los 600 y los 1 300 msnm; el bosque espinoso se ubica en los valles con suelos profundos. A lo largo de ríos y arroyos

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

permanentes se desarrolla un tipo de vegetación conocido como bosque en galería. Por último, el matorral xerófilo se localiza en algunas porciones semiáridas de la cuenca del río Balsas, en Puebla y Oaxaca.

Biológicamente, la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) es la región más conocida en la Sierra Madre del Sur, se localiza en el suroeste de Jalisco y noroeste de Colima, incluye parte de los municipios Casimiro Castillo, Autlán de Navarro, Tuxcacuexco, Tolimán, Zapotitlán de Vadillo y Cuautitlán de García Barragán, de Jalisco, así como porciones de los municipios Minatitlán y Comala de Colima. Vázquez-García y Cuevas-Guzmán (1995) describieron la presencia de los bosques mesófilo de montaña, de *Abies* o *Cupressus*, de *Pinus* y *Quercus*, de *Quercus*, de *Pinus*, tropical caducifolio, tropical subcaducifolio, tropical espinoso, de galería, así como vegetación xerófila de altura, sabanoide y pastizal. Los bosques mesófilo de montaña, de *Abies* o *Cupressus*, de *Pinus* y *Quercus*, de *Quercus*, de *Pinus* y la vegetación xerófila de altura pertenecen a la ecorregión del Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre del Sur.

La especie bandera y endémica de la RBSM es el teocinte (*Zea diploperennis*), pero existen otras 31 plantas vasculares endémicas para la zona (Hernández-López 1995, Cuevas-Guzmán *et al.* 2004) (cuadro 5).

Cuadro 5. Número de especies registradas en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM).

Grupo	Núm. de especies
Plantas vasculares	2 774
Peces	16
Anfibios y reptiles	53
Aves	336
Mamíferos	108

Fuente: Vázquez-García *et al.* 1995.

Bosque Tropical Caducifolio de Jalisco

En México, un resumen del bosque tropical caducifolio se puede consultar en Bezaury-Creel (2010). En particular, el Bosque Tropical Caducifolio de Jalisco es parte de la provincia florística (Rzedowski 1978) y de la biogeográfica (Morrone 2001) de la Costa Pacífica Mexicana. Se localiza a lo largo del litoral del Pacífico, desde la desembocadura del río Balsas entre Michoacán y Guerrero (17° 56' 48.36" N, 102° 08' 21.67" O) hasta las Marismas Nacionales en San Blas Nayarit (21° 32' 23.80" N, 105° 17' 53.37" O). En Jalisco, incluye los declives de la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre del Sur en los municipios Puerto Vallarta, Cabo Corrientes, Tomatlán, La Huerta, Cihuatlán, Cuautitlán de García Barragán, Villa Purificación y Casimiro Castillo en un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 1 200 msnm. Hacia el interior del estado se extiende por la cuenca del río Armería y sus afluentes los ríos Atengo, Ayuquila, Ferrería y Tuxcacuexco. Aquí, el bosque tropical caducifolio cubre los pies de montaña de los 500 a los 1 400 msnm; también están los valles de Zapotitlán de Vadillo, Tonaya, Tuxcacuexco, El Limón, Autlán de Navarro, El Grullo, Unión de Tula, Ayutla, Juchitlán y Tecolotlán (figura 14). Inicialmente los valles estuvieron cubiertos por el bosque espinoso (Rzedowski y McVaugh 1966), pero han sido convertidos en campos de cultivo.

Hacia el sureste del volcán Nevado de Colima, el bosque tropical caducifolio se extiende por las laderas de la cuenca del río Coahuayana y sus afluentes los ríos El Naranjo, Tuxpan, Tamazula y San Gerónimo. En un rango que varía entre 150 y 1 200 msnm, el bosque cubre parte de los municipios Tamazula de Gordinano, Tuxpan, Zapotiltic, Tecalitlán y Pihuamo.

Los límites de esta ecorregión están determinados por la temperatura y la precipitación. La temperatura promedio anual varía de 22 a 26 °C y nunca baja a 0 °C; la precipitación media anual oscila entre 700 mm en el valle de Tuxcacuexco y 1 200 mm en Puerto Vallarta. Se trata de un clima marcadamente estacional, dado que la precipitación se concentra de junio a octubre, el resto del año es seco, por lo que sus componentes

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 14. En el cañón del Corcovado, municipio Autlán de Navarro, prospera el bosque tropical caducifolio, y destaca la corpeña (*Plumeria rubra*) y el pitayo (*Stenocereus queretaroensis*). Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

vegetales pierden hojas durante cinco a ocho meses, condición más característica del bosque tropical caducifolio.

Esta ecorregión tiene más de una asociación vegetal, la más distribuida es el bosque tropical caducifolio y, dentro de sus límites, se pueden encontrar los bosques tropical subcaducifolio (figura 15) y espinoso, así como el manglar (Rzedowski 1978), el palmar y la vegetación sabanoide descritos por Rzedowski y McVaugh (1966). El bosque tropical caducifolio es una asociación vegetal densa con estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos bien desarrollados. Los árboles miden entre 8 y 10 m de alto y su composición taxonómica fue descrita por Rzedowski y McVaugh (1966). El bosque tropical subcaducifolio está restringido a lo largo de cañadas húmedas que forman ríos y arroyos; la mitad de sus árboles conservan las hojas durante todo el año y alcanzan hasta 30 m de alto, los más comunes son el capomo (*Brosimum alicastrum*), el habillo (*Hura polyandra*), el palo mulato (*Bursera arborea*) y el culebro (*Astronium graveolens*) (Ramírez-Delgadillo *et al.* 2011).

El bosque espinoso ocupa valles con pendientes suaves. A lo largo de la costa está formado por la jarretadera (*Acacia hindsii*), el tepame (*A. macracantha*), el tabachín (*Caesalpinia pulcherrima*) y el guaje (*Leucaena lanceolata*); en contraste, en los valles intermontanos La Huerta, Villa Purificación, Tuxcacuexco y Zapotiltic, el bosque espinoso está integrado por el mezquite (*Prosopis leavigata*), el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), el amole (*Ziziphus mexicana*), el palo zorrillo (*Zanthoxylum fagara*), el palo verde (*Cerdicium praecox*), el ocotillo (*Fouqueria formosa*), el palo verde (*Recchia mexicana*), el palo fierro (*Celtis caudata*), el guayacán (*Guaiacum coulteri*), el cacalaco (*Caesalpinia cacalaco*), el tepeguaje (*Lysiloma tergeminum*) y el huizache (*Acacia farnesiana*).

El palmar es una asociación vegetal en la que una o varias especies de la familia Arecaceae (palmas) son conspicuas o dominantes. En Jalisco hay dos tipos de palmar; el primero está dominado por palmita (*Sabal rosei*) y se puede observar en el municipio Puerto Vallarta, cerca de Las Palmas; en este caso, las palmas forman parte

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

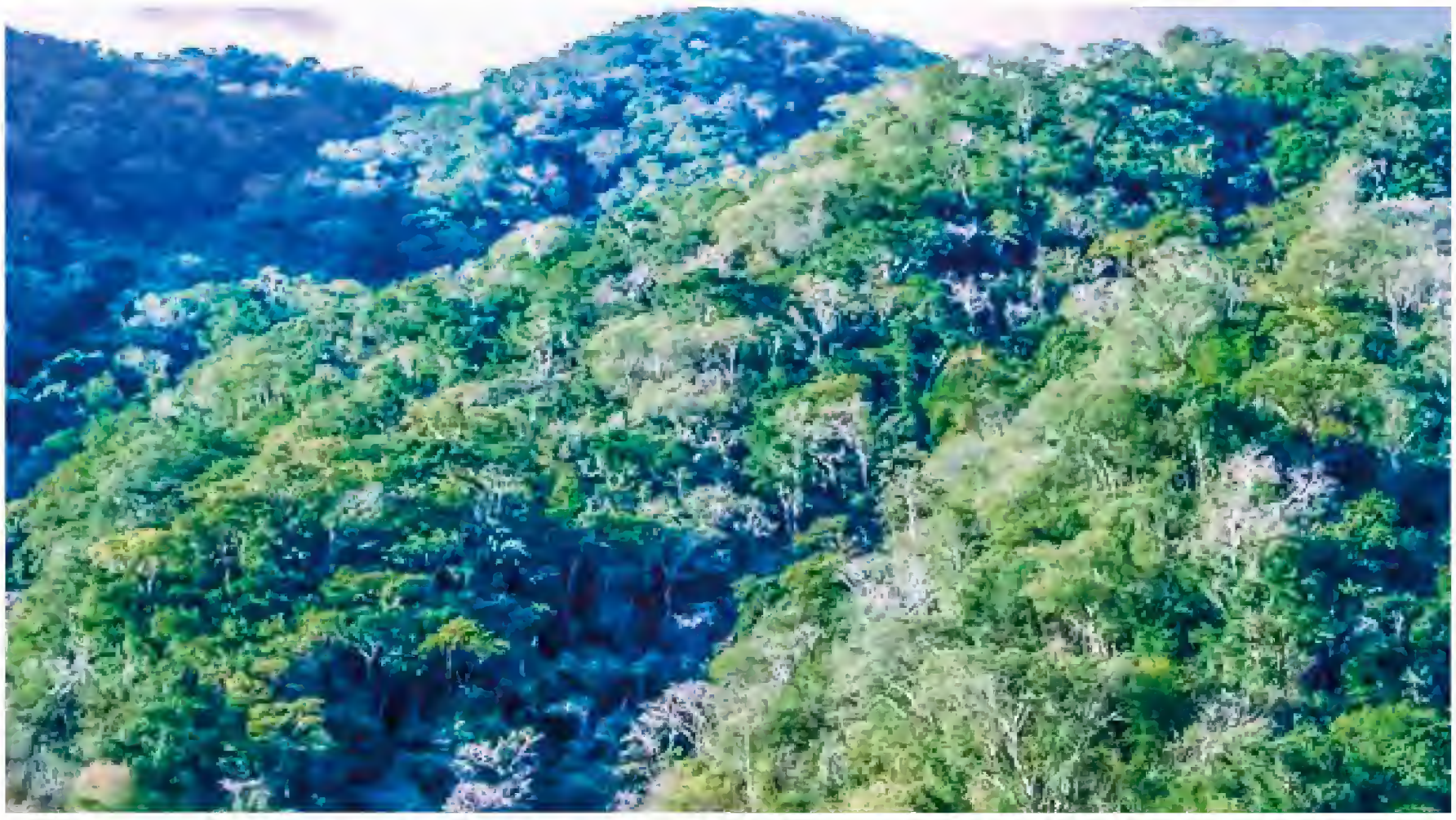


Figura 15. El bosque tropical subcaducifolio en Boca de Tomatlán, al sur de Puerto Vallarta. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

del bosque tropical caducifolio o de la vegetación sabanoide. Otro tipo de palmar está dominado por coquito de aceite (*Orbignya guacoyule*; figura 16) y se distribuye a lo largo de la costa de Jalisco de forma discontinua. Un sitio con este tipo de vegetación se encuentra en el municipio Cihuatlán, entre puerto Melaque y La Manzanilla.

La vegetación sabanoide es una asociación vegetal en la que sus elementos arbóreos dejan entre sí amplios espacios ocupados por pasto. El cuastecomate (*Crescentia alata*) domina esta comunidad y se puede apreciar en Tomatlán.

La Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala es la zona más estudiada de esta ecorregión. Un resumen de su biodiversidad se muestra en el cuadro 6.

Bosque Tropical Caducifolio de la Depresión del Río Balsas

La cuenca del río Balsas incluye a Morelos y parte de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Estado de México, Tlaxcala, Puebla y Oaxaca. Al norte limita con la Faja Volcánica Transmexicana, y al este y sur con la Sierra Madre del Sur. La cuenca ha sido definida como provincia fisiográfica y florística (Rzedowski 1978) y como provincia biogeográfica (Morrone 2001), la cual presenta una superficie de 112 320 km^2 (Fernández *et al.* 1998).

En el sureste de Jalisco, la cuenca del río Balsas llega a su límite occidental, incluye parte de los municipios Pihuamo, Tecalitlán, Jilotlán de los Dolores, Santa María del Oro y Quitupan que drenan hacia el río Tepalcatepec. La elevación oscila entre los 400 y 2 700 msnm. El bosque tropical caducifolio cubre las laderas de la cuenca en un rango altitudinal entre los 400 y 1 600 msnm (Fernández *et al.* 1998). La temperatura promedio anual es de 25 °C, con una oscilación que va de los 23 a los 39 °C y la precipitación varía entre los 750 y 1 000 mm.

Fernández *et al.* (1998) elaboraron un inventario florístico de la cuenca del río Balsas. De acuerdo con los autores, el estrato arbóreo del bosque tropical caducifolio está dominado por cuajiotes (*Bursera ariensis, B. bipinnata, B. confusa, B. copallifera, B. crenata, B. cuneata, B. fagaroides, B. glabrifolia, B. grandifolia, B. hintonii, B. kerberi, B.*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 16. El coquito de aceite (*Orbignya guacoyule*) es el elemento dominante en el palmar cerca de La Manzanilla, municipio La Huerta. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

Cuadro 6. Síntesis de la biodiversidad de especies presente en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, localizada en la ecorregión Bosque Tropical Caducifolio de Jalisco.

Grupo	Núm. de órdenes	Núm. de familias	Núm. de géneros	Núm. de especies	Referencia
Plantas vasculares		125	555	1 149	Lott 1985, 1993 y Lott y Atkinson 2002
Artrópodos				1 877	Pescador-Rubio *et al.* 2002 y Rodríguez-Palafox y Corona 2002
Anfibios		5	12	19	Ramírez-Bautista y García 2002
Reptiles		22	56	65	Ramírez-Bautista y García 2002
Aves	21	51	189	270	Arizmendi *et al.* 2002
Mamíferos terrestres		21	59	70	Miranda 2002
Mamíferos marinos		7	18	25	Miranda 2002

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de las referencias indicadas.

multifolia, B. multijuga, B. paradoxa, B. penicillata, B. sarukhanii, B. simaruba, B. staphyleoides, B. submoniliformis, B. trifoliolata y *B. velutina*); también están presentes el bonete (*Jacaratia mexicana*), el hincha huevos (*Pseudosmodingium perniciosum*), el cuachalalate (*Amphipteryngium adstringens*), el tepeguaje (*Lysiloma microphylla*), el palo Brasil (*Haematoxylon brasiletto*), el pochote (*Ceiba aesculifolia*), la clavellina (*Pseudobombax ellipticum*) y la corpeña (*Plumeria rubra*). Las cactáceas columnares o candelabriformes *Backebergia militaris* y *Peniocereus tepalcatepecanus* son comunes y únicas en el estado; otras cactáceas típicas de la región son *Pachycereus pectenaborigium* y *Pilosocereus alensis*.

Importancia

La importancia de las ecorregiones reside en los servicios que proporcionan los ecosistemas que cada una contiene; también contribuyen al bienestar humano (Maas *et al.* 2005). Las regiones ecológicas captan agua superficial, son la base

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

para generar productos agrícolas y pecuarios, constituyen el origen de productos maderables, combustibles, productos para la construcción y medicinales, regulan el clima, mantienen la fertilidad de los suelos y controlan la intensidad de las inundaciones, actúan como biorreguladores (polinización, regulación de enfermedades humanas, control de plagas y enfermedades) y ofrecen actividades recreativas y de contemplación.

Situación y estado de conservación

Es difícil determinar el estado de conservación de un ecosistema y aún no existen protocolos internacionales para su ejecución (Rodríguez *et al.* 2007, Nicholson *et al.* 2009). La falta de acuerdos entre los sistemas de clasificación de los ecosistemas y de mapas con su distribución geográfica precisa son las causas principales de esta dificultad. La degradación de un ecosistema tiene tres componentes: 1) cambios en la composición de las especies, 2) modificaciones en su estructura, y 3) alteración de los procesos ecológicos (regímenes de disturbio, dispersión e interacciones entre especies) (Nicholson *et al.* 2009); también es complicado determinar cuándo un ecosistema ha sido totalmente destruido. Los criterios más comunes para determinar el estado de conservación de un ecosistema son: 1) tamaño de su distribución geográfica, 2) disminución de su área, y 3) cambios en las funciones básicas (Hernández-Cornejo *et al.* 2005).

En la entidad no existen estudios con base en estos criterios para evaluar el estado de conservación de las ecorregiones; sin embargo, se hacen esfuerzos institucionales para conservar muestras representativas de diversos ecosistemas. Uno de estos trabajos institucionales es la creación de áreas naturales protegidas y otras modalidades de conservación, como los sitios Ramsar y las unidades de manejo y conservación de la vida silvestre (UMA). La ecorregión Manglares del Pacífico Norte Mexicano tiene protección a escala federal por la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT 2000, 2003).

En la ecorregión Bosque Tropical Caducifolio de Sinaloa, el río Grande de Santiago y sus barrancas son ejemplos de la presión de la sociedad humana sobre los ecosistemas: en primer lugar, es evidente la contaminación por las descargas de aguas residuales; al mismo tiempo, su cauce ha sido represado en El Salto, Colimilla, Santa Rosa, La Yesca, El Cajón y Aguamilpa para generar energía eléctrica. Como consecuencia, existen dudas acerca de la conectividad del corredor biológico. En papel y para aliviar su degradación, existen dos áreas de protección hidrológica de control municipal: 1) Área Municipal de Protección Hidrológica Barranca del Río Santiago y 2) Área Municipal de Protección Hidrológica Bosque El Nixticuil- San Esteban-El Diente (CONACYT 2014).

En la ecorregión Bosque Tropical Caducifolio de la Depresión del Río Balsas, en la parte de Jalisco, no existe alguna área natural protegida; en contraste, en la ecorregión Bosque Tropical Caducifolio en el Bajío, en Jalisco, se encuentra la laguna de Sayula incorporada a la convención Ramsar como humedal de importancia internacional; esta laguna es un santuario de aves residentes y migratorias. Para las especies migratorias, la laguna sirve como sitio de invernación. Barba-Calvillo (2005) describió la presencia de 73 especies en el lugar, incluidos pelícanos, gansos, patos, garzas, gallaretas, golondrinas, ibis, chorlitos, güilotas, halcones, águilas y zopilotes.

La ecorregión Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre del Sur tiene a la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM), la cual incluye y protege al Bosque Tropical Caducifolio de Jalisco. Se trata de una franja que oscila entre los 600 y 1 700 msnm. Su porción más extensa se localiza en el norte de la reserva y se extiende hacia el este y sureste, incluye parte de los municipios Autlán de Navarro, Tuxcacuexco, Tolimán y Zapotitlán de Vadillo (Vázquez-García y Cuevas-Guzmán 1995).

En Jalisco existen cinco áreas naturales protegidas dentro de la ecorregión Bosque de Pino y Encino en la Faja Volcánica Transmexicana. A escala federal está el Área de Protección de Flora

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y Fauna La Primavera (APFFLP), que incluye parte de los municipios Zapopan, Tala, El Arenal y Tlajomulco de Zúñiga. También existe el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila (APFFSQ) en los municipios Tecolotlán, Tenamaxtlán, San Martín Hidalgo y Cocula. En el sur del estado está el Parque Nacional Volcán Nevado de Colima (PNVNC), y los municipios en esta zona son Zapotitlán de Vadillo, Tuxpan, Venustiano Carranza y Zapotlán el Grande. Los bosques mesófilos del Nevado de Colima se protegen mediante la categoría de parque estatal; también se cuida la sierra del Águila en la que está incluida el área de Manejo de Formaciones Naturales de Interés Municipal Piedras Bola (MFNIMPB), en el municipio de Ahualulco de Mercado.

Las ecorregiones Bosque de Pino y Encino en la Sierra Madre Occidental, Matorral Xerófilo del Centro de México y Matorral Xerófilo de la Mesa Central no contienen ningún área natural protegida en la entidad.

Principales amenazas

El crecimiento de la población humana es un fenómeno mundial incontenible. En México, durante los últimos 60 años, el número de habitantes ha aumentado cinco veces su tamaño. En 1950 había casi 26 millones de personas y en 2010 la población alcanzó más de 112 millones (INEGI 2012). Este crecimiento demanda más espacios para producir alimentos, industria y vivienda, y tiene como resultado la alteración, reducción y destrucción de las zonas silvestres (Challenger 1998). Las principales causas del disturbio de las ecorregiones terrestres de Jalisco son el crecimiento de las zonas urbanas, la agricultura de desmonte, la ganadería extensiva y la tala de árboles para madera, leña y carbón (Janzen 1988) (sección V Amenazas, volumen I).

Conclusión y recomendaciones

Jalisco necesita una política integral de conservación. La forma en la que se ha dirigido al estado debe encontrar la armonía entre naturaleza, desarrollo económico y bienestar social. Sólo así será posible conservar los ecosistemas, la biodiversidad que albergan y los servicios ambientales que proporcionan. El problema es cómo lograr la armonía; una sugerencia es ofrecer educación pública de calidad, cumplir con la ley y castigar a quienes la violen. En el corto tiempo será necesario establecer más áreas naturales protegidas y hacer efectivas las que ya existen.

Referencias

Abell, R., M.L. Thieme, C. Revenga, M. Bryer, *et al.* 2008. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeogroaphic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience* 58: 403-414.

Acevedo-Rosas, R., M.M. Hernández-Galaviz y M. Cházaro. 2008. Especies de plantas vasculares de las barrancas aledañas a la ciudad de Guadalajara y de río Blanco, Jalisco, México. *Polibotánica* 26: 1-38.

Acosta, R. y J.A. Fernández. 2007. Fauna de pulgas y sus huéspedes. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, pp. 357-370.

Aguilar-Vizcaíno, K. 2008. *Guía de identificación de rastros de mamíferos en el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera*. Comité Técnico para la Administración del Bosque La Primavera. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Guadalajara.

Anónimo. 2000. Programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, México. CONANP/SEMARNAT, México.

Arizmendi, M.C., L. Márquez-Valdelamar y J.F. Ornelas. 2002. Avifauna de la región de Chamela, Jalisco. En: *Historia natural de Chamela*. F.A. Noguera, J.H. Vega-Rivera, A. N. García-Aldrete y M. Quesada-Avedaño (eds.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 297-329.

Ayala, R., T. L. Griswold y S. H. Bullock. 1998. Las abejas nativas de México. En: *Diversidad biológica de México*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.), Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 179-225.

Ayón-Escobedo, A., A. L. Santiago-Pérez, V. C. Rosas-Espinoza y R. Villavicencio-García. 2011. Abundancia y uso de hábitat del ajolote (*Ambyostoma flavipiperatum*) en los arroyos de sierra de Quila: resultados preliminares. En: *Memorias I Foro de conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sierra de Quila. R. Villavicencio-García, A. L. Santiago-Pérez, V.C. Rosas-Espinoza y L. Hernández-López (comps.). Universidad de Guadalajara. Zapopan, México, pp. 59-62.

Barba-Calvillo, G. 2005. Diversidad de aves. En: *Laguna de Sayula: humedal del sur de Jalisco.* G. García Bedoy-Padilla (ed.). El Informador, diario independiente. Guadalajara, pp.153-170.

Becerra-Salgado, R. y M. M. Ramírez-Martínez. 2011. Propuesta para una guía ilustrada de mamíferos medianos de sierra de Quila, Jalisco, México. En: *Memorias I Foro de conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila*. R. Villavicencio-García, A.L. Santiago-Pérez, V.C. Rosas-Espinoza y L. Hernández-López (comps.). Universidad de Guadalajara. Zapopan, pp. 84-86.

Bezaury-Creel, J. 2010. Las selvas del Pacífico mexicano en el contexto mundial. En: *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. G. Ceballos, L. Martínez, A. García, *et al.* (eds.). Fondo de Cultura Económica/CONABIO. México, pp. 21-40.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*. CONABIO/ Instituto de Biología, UNAM/ Agrupación Sierra Madre, S.C. México.

Cházaro, M. 1993. Investigación preliminar sobre el estado de conservación de la comunidad biótica (flora y fauna) en la barranca de Huentitán, Jalisco. *Tiempos de Ciencia* 31:28-40.

Cházaro, M. y E. Lomelí-Mijes. 1995. La sierra de La Primavera: aspectos botánicos. En: *Antología botánica del estado de Jalisco.* M. Cházaro, E. Lomelí-Mijes, R. Acevedo-Rosas y S. Ellerbracke-Román (comps.). Universidad de Guadalajara. Guadalajara, pp. 62-66.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. *Manglares de México*. México.

CONACYT. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 2014. Áreas naturales protegidas del estado de Jalisco. En: <*http://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/anpl/jalisco*>, última consulta: 10 de septiembre de 2015.

Contreras-Medina R., D. Castañeda-Aguado y A. González-Zamora. 2007. Gimnospermas. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana.* I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM. México, pp. 129-138.

Contreras-Rodríguez, S. H., S. I. González-Castro y B.O. Ávila-Ramírez. 2011. *Guía de pastos del bosque La Primavera.* Universidad de Guadalajara. Prometeo Editores S.A. de C.V. Guadalajara.

Cuevas-Guzmán, R., N.M. Núñez-López, E.V. Sánchez-Rodríguez y A. Solís-Magallanes. 2004. Especies nuevas y descritas de plantas de la estación científica Las Joyas y áreas aledañas. En: *Flora y vegetación de la estación científica Las Joyas.* R. Cuevas-Guzmán y E. Jardel-Peláez (eds.). Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, pp. 231-262.

Curiel-Ballesteros, A. 1988. Plan de manejo bosque La Primavera. Universidad de Guadalajara. DICSA. Guadalajara.

Delgadillo, C. 1998. Diversidad de la brioflora mexicana. En: *Diversidad biológica de México*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 355-368.

Escalante, T., G. Rodríguez, N. Gámez, *et al.* 2007. Biogeografía y conservación de los mamíferos. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM. México, pp. 485-502.

Escalante-Pliego, P., A.G. Navarro-Siguenza y A.T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. En: *Diversidad biológica de México*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 279-304.

Espinosa, D. y S. Ocegueda. 2007. Introducción. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM. México, pp. 5-6.

Espinosa-Pérez, H., P., Fuentes-Mata, M.T. Gaspar-Dillanes y V. Arenas. 1998. Notas acerca de la ictiofauna mexicana. En: *Diversidad Biológica de México*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 227-249.

Fa, J.E. y L.M. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. En: *Diversidad biológica de México*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 315-352.

Fernández, R., C. Rodríguez, L.M. Arreguín y A. Rodríguez. 1998. Listado florístico de la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica* 9: 1-151.

Ferrusquía-Villafranca, I. 1998. Geología de México: una sinopsis. En: *Diversidad biológica de México.* T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). Instituto de Biología, UNAM, pp. 3-108.

Flores-Villela, O. 1998. Herpetofauna de México: distribución y endemismo. En: *Diversidad biológica de México*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 251-278.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2007. Riqueza de la herpetofauna. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM. México, pp. 407-420.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Frías-Castro, A. 2010. Guía de excursión botánica a la barranca del río Grande de Santiago. En: *Guías de las excursiones botánicas en Jalisco*. R. Ramírez-Delgadillo, J.J. Reynoso-Dueñas y A. Rodríguez (eds.). XVIII Congreso Mexicano de Botánica. Guadalajara, pp.37-62.

García, E. 1987. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Cuarta edición. México.

González-Villarreal, L.M. y J.A. Pérez de la Rosa. 1987. Guía de la excursión botánica al Nevado de Colima, Jalisco. En: *Guías de excursiones botánicas en México VIII*. S. Zamudio-Ruiz, F. Guevara-Fefer y J.A. Pérez de la Rosa (eds.). Sociedad Botánica de México. Guadalajara, pp. 101-139.

Guerrero, S. 1994. *Estudio florístico preliminar de las barrancas aledañas a la zona metropolitana de Guadalajara*, Jalisco. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara.

Guzmán-Arroyo, M. 1990. La fauna acuática de la Nueva Galicia: una aproximación a la problemática de su estudio y conservación. *Tiempos de Ciencia* 20: 1-46.

Guzmán-Dávalos, L., M.P. Ramos-Suárez, M. Herrera-Fonseca, *et al.* 2011. Hongos comestibles de Sierra de Quila. En: *Memorias I Foro de conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila*. R. Villavicencio-García, A.L. Santiago-Pérez, V.C. Rosas-Espinoza y L. Hernández-López (comps.). Universidad de Guadalajara. Zapopan, pp. 63-65.

Harker, M.F. 2002. *La familia Compositae (Asteraceae) en la barranca del río Santiago, municipio de Guadalajara, Jalisco, México: un modelo para la conservación*. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara. Guadalajara.

Hernández-Cornejo R., N. Koedam, A. Ruiz-Luna, *et al.* 2005. Remote sensing and ethnobotanical assessment of the mangrove forest changes in the Navachiste-San Ignacio-Macapule lagoon complex, Sinaloa, Mexico. *Ecology and Society* 10: 16-29.

Hernández-López, L. 1995. La flora endémica de la sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México: observaciones preliminares. En: *Flora de Manantlán*. J.A. Vázquez-García, R. Cuevas-Guzmán, T. S. Cochrane, *et al.* (eds.). *Sida Botanical Miscellany* 13: 72-81.

Hernández-López, L. y R. Ramírez-Delgadillo. 2011. Biodiversidad. En: *El bosque La Primavera y la Universidad de Guadalajara: una antología de biodiversidad y ciencia*. A. Gallegos-Rodríguez (coord.). Universidad de Guadalajara. Prometeo Editores, Guadalajara, pp. 1-41.

Hernández-López, L., J. J. Reynoso-Dueñas y M. Harker. 2011. Importancia de los trabajos botánicos en la sierra de Quila, Jalisco, México. En: *Memorias I Foro de conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila*. R. Villavicencio-García, A.L. Santiago-Pérez, V.C. Rosas-Espinoza y L. Hernández-López (comps.). Universidad de Guadalajara. Zapopan, pp. 13-16.

Higareda-Rangel, Y., G. Nieves y H. Luquín. 2004. Plantas medicinales de Santa Catarina Cuexcomatitlán (Tupurie) Sierra Wixárika, Jalisco. En: *Flora del norte de Jalisco y etnobotánica huichola*. J. A. Vázquez-García, M. Cházaro, G. Nieves, *et al.* (eds.). Serie Fronteras de Biodiversidad. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, pp. 102-108.

Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, *et al.* 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2012. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2011. México. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aeeum/2011/Aeeum11_1.pdf*>, última consulta: 10 de junio 2013.

Janzen, D.H. 1988. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem. En: *Biodiversity*. National Academy Press. E.O. Wilson (ed.). Washington, D. C., pp. 130-137.

Lara-Lara, J.R., J.A. Arreola-Lizárraga, L.E. Calderón-Aguilera, *et al.* 2008. Los sistemas costeros, insulares y epicontinentales. En: *Capital Natural de México I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 109-134.

Llorente-Bousquets, J. y A.L. Martínez. 1998. Análisis conservacionista de las mariposas mexicanas: Papilionidae (Lepidoptera, Papilionoidea). En: *Diversidad biológica de México*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 149-178.

López-Rodríguez, L.L. y L.I. Íñiguez-Dávalos. 2011. Voladores pero no emplumados, casi ciegos pero no desorientados. Murciélagos del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, Jalisco. En: *Memorias I Foro de conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila*. R. Villavicencio-García, A. L. Santiago-Pérez, V. C. Rosas-Espinoza y L. Hernández-López (comps.). Universidad de Guadalajara. Zapopan, pp. 122-126.

López-Velázquez, R., M. Cházaro, R.M. González-Maldonado y H. Covarrubias-Legaspi. 2011. *Árboles de las barrancas de los ríos Santiago y Verde*. Comisión Estatal del Agua de Jalisco. Guadalajara.

Lot, A., A. Novelo y E. Esparza. 2004. *Iconografía y estudio de plantas acuáticas de la ciudad de México y sus alrededores*. Instituto de Biología. UNAM. México.

Lott, E. J. 1985. *La estación de biología de Chamela, Jalisco. Listados florísticos de México III*. Instituto de Biología, UNAM. México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Lott, E. J. 1993. Annotated checklist of the vascular flora of the Chamela Bay region, Jalisco, Mexico. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences* 148: 1-60.

Lott, E.J. y T. Atkinson. 2002. Biodiversidad y fitogeografía de Chamela-Cuixmala, Jalisco. En: *Historia natural de Chamela*. F.A. Noguera, J. H. Vega-Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avedaño (eds.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 83-97.

Maas, J. M., P. Balvanera, A. Castillo, *et al.* 2005. Ecosystem services of tropical dry forest: insights from long-term ecological and social research on the Pacific coast of Mexico. *Ecology and Society* 10: 17-40.

McVaugh, R. 1972. Botanical exploration in Nueva Galicia, Mexico from 1970 to the present time. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9: 205-522.

Miranda, A. 2002. Diversidad, historia natural, ecología y conservación de los mamíferos de Chamela. En: *Historia natural de Chamela*. F.A. Noguera, J.H. Vega-Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avedaño (eds.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 359-377.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179.

Mora-Olivo, A., J.L. Villaseñor y M. Martínez. 2013. Las plantas vasculares acuáticas estrictas y su conservación en México. *Acta Botánica Mexicana* 103: 27-63.

Morrone, J.J. 2001. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. M. & T. Manuales & tesis, Sociedad Entomológica Aragonesa, vol. 3.

Naranjo-García, E. y M.T. Olivera-Carrasco. 2007. Mollusca terrestres. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM. México, pp. 311-330.

Navarro-Singüenza, A.G., A. Lira-Noriega, A.T. Petterson, *et al.* 2007. Diversidad, endemismo y conservación de las aves. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM, pp. 461-483.

Nicholson, E., D.A. Keith y D.S. Wilcove. 2009. Assesing the threat status of ecological communities. *Conservation Biology* 23: 259-274.

Olson, D.M., E. Dinertein, E.D. Wikramanayake, *et al.* 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. *BioScience.* 51: 933-938.

Ornelas, R. 1987. Guía de la excursión a San Cristóbal de la Barranca. En: *Guías de excursiones botánicas en México*, VIII. S. Zamudio-Ruiz, F. Guevara-Fefer y J. A. Pérez de la Rosa (eds.). Sociedad Botánica de México. Guadalajara, México, pp. 19-48.

Palacios-Vargas, J.G. y R. Iglesias. 2007. Ácaros aribátidos. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM. México, pp. 345-356.

Palacios-Vargas, J.G., L.Q. Cutz-Pool y D.A. Estrada-Bárcenas. 2007. Collembola. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM. México, pp. 331-344.

Pescador-Rubio, A., A. Rodríguez-Palafox y F.A. Noguera. 2002. Diversidad y estacionalidad de Arthropoda. En: *Historia natural de Chamela*. F. A. Noguera, J. H. Vega-Rivera, A. N. García-Aldrete y M. Quesada-Avedaño (eds.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 183-201.

Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. 1998. Introducción. En: *Diversidad Biológica de México*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Instituto de Biología. UNAM. México, pp. 21-31.

Ramírez-Bautista, A. y A. García. 2002. Diversidad de la herpetofauna de la región de Ramírez-Bautist Chamela. En: *Historia natural de Chamela*. F. A. Noguera, J.H. Vega-Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avedaño (eds.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 251-264.

Ramírez-Delgadillo, R., M. Harker-Shumway y L. Hernández-López. 2011. Vegetación y flora del predio Las Joyas, La Manzanilla, municipio de La Huerta, Jalisco, México. *Ibugana* 16:3-15.

Ramírez-Delgadillo, R., O. Vargas-Ponce, H.J. Arreola-Nava, *et al.* 2010. *Catálogo de plantas vasculares de Jalisco*. Prometeo Editores, S.A. de C.V., Guadalajara.

Reyna-Bustos, O.F. 2002. Notas sobre las cactáceas y suculentas de la sierra de la Primavera, Jalisco, México. En: *Antología botánica del occidente de México*. M. Cházaro, E. Lomelí-Mijes, M. Flores-Hernández y S. Ellerbracke-Román (comps.). Universidad de Guadalajara. Editorial Gráfica Nueva, Guadalajara, pp. 103-106.

Reyna-Bustos, O.F. 2004. Árboles y arbustos del bosque La Primavera: guía ilustrada. Universidad de Guadalajara. CONABIO. Grafic Centro, Guadalajara.

Reyna-Bustos, O.F. 2010. Aves del bosque La Primavera. Editorial Pandora, S.A. de C.V., Guadalajara.

Reyna-Bustos, O.F., I.T. Ahumada-Carrillo y O. Vázquez-Huízar. 2007. *Anfibios y reptiles del bosque La Primavera*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara.

Reyna-Bustos, O.F., R. Soltero-Quintana, *et. al.* 2006. *Orquídeas silvestres del bosque La Primavera*. Universidad de Guadalajara. SEMARNAT. Editorial Pandora, S.A. de C.V., Guadalajara.

Rivera-Cervantes, L.E., E. García-Real y M.A. Morón-Ríos. 2011. Inventario preliminar de los escarabajos de junio (Coleoptera: Melolonthidae) de actividad nocturna, asociados

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

a los ecosistemas forestales de Sierra de Quila, Jalisco. En: *Memorias I Foro de conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila*. R. Villavicencio-García, A. L. Santiago-Pérez, V. C. Rosas-Espinoza y L. Hernández-López (comps.). Universidad de Guadalajara. Zapopan, pp. 93-97.

Rodríguez, A. y J.J. Reynoso-Dueñas. 1992. Listado florístico del bosque escuela, Sierra de la Primavera, Tala, Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica* 1:137-166.

Rodríguez, J.P., J.K. Balch y K.M. Rodríguez-Clark. 2007. Assessing extinction risk in the absence of species-level data: quantitative criteria for terrestrial ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 16:183-209.

Rodríguez-Alcántar, O., L. Villaseñor-Ibarra, M. Cedano-Maldonado y A. Arias-García. 2002. *Guía ilustrada de los hongos del bosque La Primavera*. Grafic Centro, Guadalajara.

Rodríguez-Canseco, J.M., V.C. Rosas-Espinoza, M. Domínguez-Lazo y A.L. Santiago-Pérez. 2011. Los resbalosos y los escamosos de Sierra de Quila: todo lo que siempre quisiste saber y nunca te atreviste a preguntar. En: *Memorias I Foro de conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila*. R. Villavicencio-García, A.L. Santiago-Pérez, V.C. Rosas-Espinoza y L. Hernández-López (comps.). Universidad de Guadalajara. Zapopan, pp. 78-83.

Rodríguez-Palafox, A. y A.M. Corona. 2002. Lista de artrópodos de la región de Chamela, Jalisco, México. En: *Historia natural de Chamela*. Noguera F.A, J.H. Vega-Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avedaño (eds.). Instituto de Biología, UNAM, pp. 203-232.

Rojas-Rabiela, T. 2004. Las cuencas lacustres del Altiplano Central. *Arqueología Mexicana* 12(68):20-27.

Rosas-Espinoza, V.C., J.F. Escobar-Ibáñez, A.L. Santiago-Pérez y R. Villavicencio-García. 2011. Distribución altitudinal de las aves en el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, Jalisco. En: *Memorias I Foro de conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila*. R. Villavicencio-García, A.L. Santiago-Pérez, V.C. Rosas-Espinoza y L. Hernández-López (comps.). Universidad de Guadalajara. Zapopan, pp. 103-106.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Tercera reimpresión. Limusa. México.

—. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: *Diversidad Biológica de México*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). Instituto de Biología, UNAM, pp. 129-145.

Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9:1-123.

Santana-Michel, F. J., H. J. Arreola-Nava y L. Scheinvar. 1987. Guía de la excursión botánica a Lagos de Moreno y Ojuelos. En: *Guías de excursiones botánicas en México VIII*. S. Zamudio-Ruiz, F. Guevara-Fefer y J.A. Pérez de la Rosa (coods.). Sociedad Botánica de México. Guadalajara, pp. 49-74.

SEMADES. Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable. 2008. Estudio técnico justificativo, área natural protegida, Parque Estatal Bosque Mesófilo Nevado de Colima. Diciembre. Zapopan, Jalisco.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 26 de enero de 2015.

—. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2010. Publicada el 10 de abril de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma: 7 de mayo de 2004.

Styles, B. T. 1998. El género *Pinus*: su panorama en México. En: *Diversidad biológica de México*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 385-408.

Toledo, V.M. y M.J. Ordóñez. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. En: *Diversidad biológica de México*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 739-757.

Valencia-Ávalos, S. 2007. Encinos. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM. México, pp. 139-148.

Vázquez-García, J.A. y R. Cuevas-Guzmán. 1995. Fitogeografía y vegetación de la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. En: Flora de Manantlán. J. A. Vázquez-García, R. Cuevas-Guzmán, T. S. Cochrane, *et al.* (eds.). *Sida, Botanical Miscellany* 13: 50-60.

Vázquez-García, J.A., G. Nieves, M. Cházaro, *et al.* 2004. Listado preliminar de plantas vasculares del norte de Jalisco y zonas adyacentes. En: *Flora del norte de Jalisco y etnobotánica huichola*. J.A. Vázquez-García, M. Cházaro, G. Nieves, *et al.* (eds.). Serie Fronteras de Biodiversidad. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, pp. 116-168.

Vázquez-García, J.A., M. Cházaro y A. Flores. 2004. Elementos florísticos del desierto chihuahuense en Huejuquilla el Alto, Jalisco. En: *Flora del norte de Jalisco y etnobotánica huichola*. Vázquez-García J.A., M. Cházaro, G. Nieves, *et al.* (eds.). Serie Fronteras de Biodiversidad. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, pp. 53-55.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Vázquez-García, J.A., R. Cuevas-Guzmán, T. Cochrane, *et. al.* 1995. Flora de Manantlán: listado de plantas vasculares. En: *Flora de Manantlán.* J.A. Vázquez-García, R. Cuevas-Guzmán, T. S. Cochrane, *et al.* (eds.). *Sida, Botanical Miscellany* 13:89-300.

Villalvazo-Palacios, M. y J.F. Pérez-Domínguez. 2011. Diversidad de hormigas (Insecta: *Hymenoptera: Formicidae*) del Área Natural Protegida Sierra de Quila, Jalisco, México. En: *Memorias I Foro de conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila.* R. Villavicencio-García, A. L. Santiago-Pérez, V. C. Rosas-Espinoza y L. Hernández-López (comps.). Universidad de Guadalajara. Zapopan, México, pp. 66-73.

Villaseñor, J.L. y E. Ortiz. 2007. La familia Asteraceae. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana.* I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM. México, pp. 289-310.

Villegas-Flores, E. 1995. *Vegetación de la laguna de Sayula.* Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Guadalajara.

Wilson L.D. y J.R. McCranie. 1979. Notes on the herpetofauna of two mountain ranges in Mexico (sierra Fría, Aguascalientes, and sierra Morones, Zacatecas). *Journal of Herpetology* 13:271-278.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Ecorregiones dulceacuicolas

Gabriela Velarde Diez de Bonilla y Héctor Javier Castañeda Náñez

Introducción

Las ecorregiones dulceacuícolas se definen como grandes áreas que incluyen uno o más sistemas de agua dulce (o ecosistemas) con composición similar de comunidades y especies de peces de agua dulce. Esta semejanza de la dinámica de las especies y las condiciones ambientales dentro de una ecorregión es la que la define como tal y es considerada unidad de conservación (Abell *et al.* 2008).

A escala mundial se delimitaron 426 ecorregiones, y están basadas en estudios taxonómicos de peces y otros análisis biogeográficos. Las ecorregiones fueron delimitadas al examinar la distribución de especies endémicas, géneros y familias que se presentaban de acuerdo con las características dominantes del hábitat y la presencia de fenómenos ecológicos y evolutivos de las especies. En México se delimitaron 27 ecorregiones, de las cuales, tres entran en Jalisco: 164 Río Santiago, 165 Lerma Chapala y 166 Llanos El Salado, esta última está ubicada en el municipio Ojuelos (Abell *et al.* 2008).

Algunas de las limitantes de la ecorregionalización hecha por Abell y colaboradores (2008) son que, por razones de escala (o detalle de las investigaciones consultadas), y ausencia de bibliografía no se tuvieron en cuenta la distribución de otras especies, como invertebrados, reptiles y anfibios, que pueden generar un complemento a esta regionalización. Se debe considerar que la delimitación de ecorregiones es un proceso interactivo que cambia constantemente debido a las actividades humanas que generan alteraciones, sobre todo en los cuerpos de agua dulce, y se propone que se genere una subregionalización a escalas más grandes para tener más precisión.

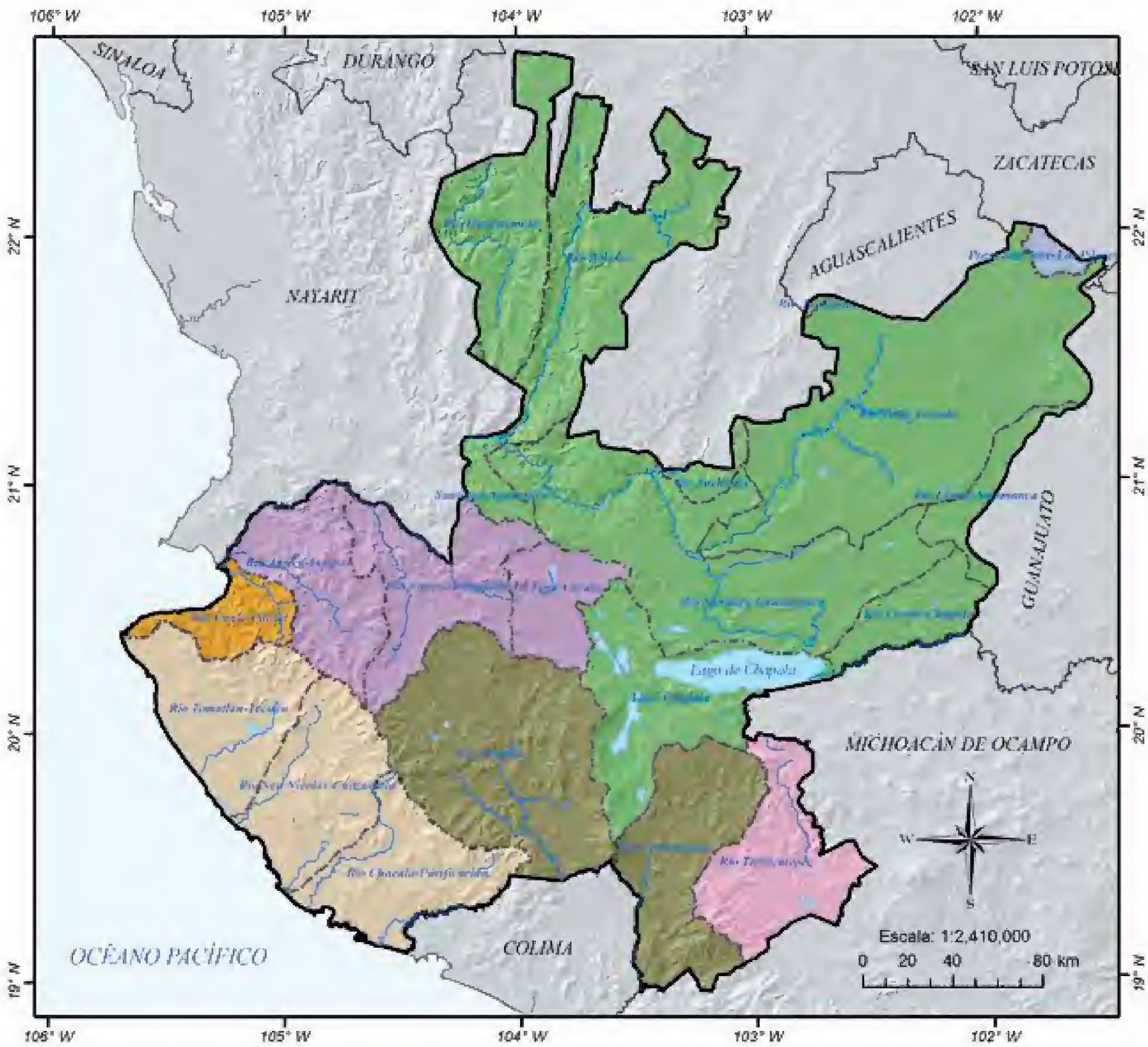
Distribución

En México, la clasificación de los cuerpos de agua establecida por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1976 se basó en cuencas y subcuencas agrupadas en regiones hidrológicas (administrativas). De acuerdo con esta clasificación, el país cuenta con 314 cuencas repartidas en 37 regiones hidrológicas (CONAGUA 2012). Como se menciona en el capítulo de Hidrografía, ubicado en la sección I Contexto físico, en esta obra, en Jalisco se pueden encontrar siete regiones hidrológicas y 20 cuencas (figura 1).

12. **Lerma-Santiago**, incluye las cuencas del lago de Chapala y de los ríos Bolaños, Huaynamota, Juchipila, Lerma-Chapala, Lerma-Salamanca, Santiago-Aguamilpa, Santiago-Guadalajara y Verde-Grande (figura 2).
13. **Huicicila**, posee la cuenca del río Cuale-Pitillal.
14. **Ameca**, comprende las cuencas de la presa La Vega-Cocula y de los ríos Ameca-Atenguillo y Ameca-Ixtapa.
15. **Costa de Jalisco**, cuenta con las cuencas de los ríos Chacala-Purificación, San Nicolás y Tomatlán-Tecuán.
16. **Armería-Coahuayana**, tiene las cuencas de los ríos Armería y Coahuayana.
18. **Balsas**, posee la cuenca del río Tepalcatepec.
37. **El Salado**, comprende una porción de la cuenca San Pablo.

Velarde-Diez de Bonilla, G. y H.J. Castañeda N. 2017. Ecorregiones dulceacuícolas. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II*. CONABIO. México, pp. 61-65.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



SIMBOLOGÍA

Rasgos diversos

- Límite estatal
- Límite estados vecinos
- Límite municipal

Rasgos hidrológicos

- Cuencas hidrológicas
- Corriente de agua perenne
- Cuerpo de agua

Regiones hidrológicas

- 12. Lerma - Santiago
- 13. Huicicila
- 14. Ameca
- 15. Costa de Jalisco
- 16. Armería - Coahuayana
- 18. Balsas
- 37. El Salado

Figura 1. Regiones hidrológicas y cuencas principales de Jalisco. Fuente: CNA 1998, CONAGUA 2007.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Vista aérea de los cañones de las barrancas de los ríos Santiago y Verde, en la zona límite de Guadalajara al nororiente de la ciudad. Foto: Marco Aurelio Vargas.

Especialistas mexicanos en ecología de agua dulce propusieron una regionalización de cuerpos de agua pequeños y asociarlos con las áreas ecológicas en México definidas por el clima (Hernández-Avilés *et al.* 2007).

Esta clasificación fue hecha para optimizar el manejo de los cuerpos de agua mexicanos, ya que el patrón general de variación entre la estación de lluvia y la seca, en regiones tropicales y subtropicales, afecta gravemente la dinámica de los ecosistemas acuáticos (de materiales disueltos y producción de los mismos). De acuerdo con esta clasificación, los cuerpos de agua en México pertenecen a tres regiones:

- Sistemas astáticos perenes (clima caliente y templado húmedo, en el que el volumen de agua de los lagos varía, pero no llegan a secarse).
- Sistemas astáticos estacionales (climas calientes subhúmedos, áridos y semiáridos que se secan anualmente).
- Sistemas astáticos semiperenes (climas templados subhúmedos como un grupo de transición). Los cuerpos de agua de Jalisco entran en esta región (Hernández-Avilés *et al.* 2007).

Importancia

Los ecosistemas de agua dulce (contenidos en las ecorregiones) presentan una riqueza extraordinaria y un alto grado de endemismos; además son de los ecosistemas más productivos (UICN 2008) y ofrecen bienes y servicios ecosistémicos, como abastecimiento de agua, medios de transporte humano y de mercancías (ríos y lagos), generación de energía eléctrica, abastecimiento de alimentos (peces, moluscos, etc.), irrigación de tierras agrícolas, regulación de inundaciones por precipitaciones intensas (humedales), mantenimiento de la biodiversidad, reciclaje de nutrientes, purificación de agua de desechos, y recreación y regulación climática local y regional (SEMARNAT 2008). Sin embargo, estos ecosistemas y sus comunidades podrían ser los más amenazados de todos (Reid *et al.* 2005), y se han hecho pocos esfuerzos de planeación para conservar estos ecosistemas y las especies que de ellos dependen (Abell *et al.* 2008).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Situación y estado de conservación

En México no se tiene contemplada la ecorregionalización para cuestiones de conservación, planificación o gestión ambiental local.

Con base en la regionalización administrativa, en el estado se participa en cuatro Consejos de Cuenca, cinco Comisiones de Cuenca y un Comité Técnico de Aguas Subterráneas, con sus respectivos grupos auxiliares. De acuerdo con la Ley del Agua para el estado y sus municipios, es atribución de la Comisión Estatal de Agua (CEA) representar al Gobierno del Estado en los Consejos de Cuenca que sean creados de conformidad con lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales (cuadro 1). Los Consejos de Cuenca son instancias de coordinación y concertación entre la CEA, las dependencias y las entidades de las instancias federal, estatal o municipal y los representantes de los usuarios de la respectiva cuenca hidrológica; esto con el objetivo de formular y ejecutar programas y acciones para mejorar la administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos, y la preservación de los recursos de la cuenca.

Principales amenazas

En general, las amenazas que tienen las ecorregiones de agua dulce en el estado son el crecimiento demográfico, que implica aumento de la contaminación que se vierte a los cuerpos de agua (figura 3); incremento en la demanda de agua; nula o deficiente gestión y manejo de los cuerpos de agua, lo que significa abasto insuficiente en algunas zonas del estado, inundaciones y cambios de cauce; actividades (deforestación, cambios de uso de suelo, prácticas agrícolas, etc.) que se realizan en las cuencas, lo que repercute directamente en los cuerpos de agua y la falta de una visión de cuenca.

Cuadro 1. Consejos de Cuenca en los que Jalisco participa.

Consejo / Comisión	Estados involucrados	Fecha de creación	Región hidrológica de México	Superficie (km²)	Cuencas incluidas
Consejo de Cuenca Lerma-Chapala	Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Michoacán y Querétaro	28 de enero de 1993	Lerma Santiago	55 185.00	Sayula, Pátzcuaro y Cuitzeo
Comisión de Cuenca de la laguna de Zapotlán	Jalisco	30 de mayo de 2007	Lerma Santiago	499.00	Laguna de Zapotlán
Consejo de Cuenca del río Santiago	Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas	18 de mayo de 1999	Lerma Santiago	76 721.00	Río Santiago
Comisión de Cuenca del río Calderón	Jalisco	29 de abril de 2005	Lerma Santiago	738.29	Río Calderón
Comisión de Cuenca Altos de Jalisco	Jalisco	26 de agosto de 2008	Lerma Santiago	9 461.83	Río Verde
Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) Ojo Caliente-Aguascalientes-Encarnación	Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas	26 de marzo de 2002	Lerma Santiago	Ojo Caliente 1 627.03 Aguascalientes 3 129.21 Encarnación 3 534.82	Acuífero Ojo Caliente-Aguascalientes-Encarnación
Consejo de Cuenca de río Balsas	Morelos, Tlaxcala, Puebla, Estado de México, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco	26 de marzo de 1999	Balsas	119 219.00	Río Balsas

Fuente: CEA-Jalisco 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Acciones de conservación

Las herramientas más comúnmente utilizadas para conservar las ecorregiones incluyen los inventarios de especies, el estudio de su distribución, la gestión ambiental local y los planes de manejo que están basados en unidades de espacio naturales, determinadas por las cuencas o las ecorregiones.

Es importante que las políticas de planificación de la Comisión Estatal del Agua sean empatadas de acuerdo con la planificación y gestión de las ecorregiones. Estas representan las unidades adecuadas para definir prioridades y estrategias de conservación y manejo viable, ya que fueron determinados según los límites naturales, las similitudes en la riqueza biológica y sus endemismos, así como las variaciones de las condiciones climáticas.

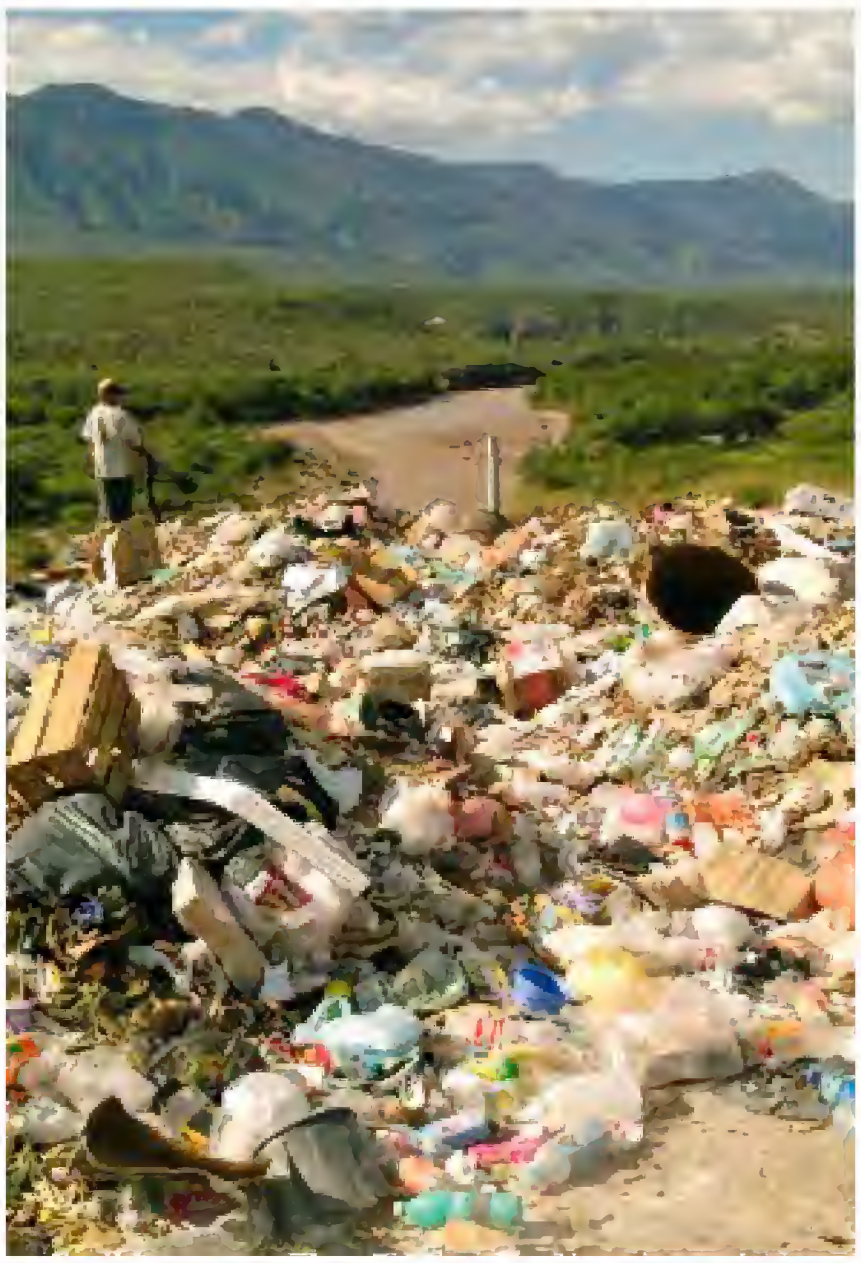


Figura 3. Cuenca del río Bolaños. Basurero municipal de San Martín de Bolaños en un lecho de arroyo a pocos metros del río Bolaños. Foto: Marco Aurelio Vargas.

Referencias

Abell R., M.L. Thieme, C. Revenga, *et al.* 2008. Freshwater ecoregions of the world: A new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *Bioscience* 58 (5): 403 – 414.

CEA-Jalisco. Comisión Estatal del Agua-Jalisco. 2012. Cuencas en Jalisco. En: <*http://www.ceajalisco.gob.mx/cuencas.html*>, última consulta: 10 de septiembre de 2015.

CNA. Comisión Nacional del Agua. 1998. Cuencas hidrológicas de la república mexicana. Escala 1:250 000.

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2007. Regiones hidrológicas de la república mexicana. Escala 1:250 000.

—. Comisión Nacional del Agua. 2012. Atlas digital del agua de la república mexicana. En: <*http://siga.cna.gob.mx/Atlas/*>, última consulta: 10 de septiembre de 2015.

Hernández-Avilés J.S., J.L. García-Calderón y G. De la Lanza Espino. 2007. A proposed limnological classification of small water bodies based on the climate, in a tropical región: Mexico. Investigaciones Geográficas. *Boletín del Instituto de Geografía* UNAM 64: 63-74.

Reid, W.H., H.A. Mooney, A. Cropper, *et al.* 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM). Informe de síntesis. Ramsar/UNEP/FAO/GEF/ICSU/UNDP/UNESCO/UNFCCCC/United Nation Foundation/IUCN/CMS (ed.). En: <*http://millenniumassessment.org/es/Index-2.html*>, última consulta: 10 de septiembre de 2015.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México. Edición 2008. Compendio de estadísticas ambientales. México.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2008. Enfoque ecosistémico y gestión integrada de recursos hídricos. En: <*http://www.iucn.org/es/sobre/union/secretaria/oficinas/sudamerica/sur_trabajo/sur_agua/south_trab_agua_inic/south_agua_ee/*>, última consulta: 13 de febrero de 2013.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Ecorregiones marinas y costeras

Gaspar González Sansón y Francisco de Asís Silva Bátiz

Introducción

Las ecorregiones marinas fueron definidas por Spalding *et al.* (2007) como "áreas con una composición de especies relativamente homogéneas, diferentes claramente de sistemas adyacentes". A escala mundial se reconocen 232 ecorregiones marinas agrupadas en 62 provincias que, a su vez, forman parte de 12 dominios (en inglés *realms*) (Spalding *et al.* 2007). Según esta clasificación, las costas de Jalisco quedan incluidas en la ecorregión 166, denominada Pacífico Tropical Mexicano.

El informe de análisis y vacíos en conservación de la biodiversidad marina de México (CONABIO *et al.* 2007) considera más adecuada la división en ecorregiones que se propone en Wilkinson *et al.* (2009) para las aguas de Norteamérica. Según esta última clasificación, el país presenta ocho ecorregiones. Las aguas marinas costeras del estado quedan incluidas casi en su totalidad en la ecorregión Pacífico Transicional Mexicano, cuyos límites costeros continentales coinciden con los de la ecorregión 166 de Spalding *et al.* (2007) mencionada en el párrafo anterior. Al norte del estado, la bahía de Banderas se puede considerar como el punto de transición hacia la ecorregión identificada como golfo de California (figura 1). Con base en ambas clasificaciones, las aguas costeras de Jalisco se pueden considerar como una unidad biogeográfica homogénea, con una zona transicional en su límite norte.

Diversidad de especies

La composición de especies de una ecorregión marina está determinada por un conjunto específico de características geomorfológicas y oceanográficas que definen los tipos de hábitats que presentan. En el caso del Pacífico Oriental Tropical existe un patrón de variación en las particularidades oceanográficas a lo largo del año, debido principalmente a los cambios en el régimen de corrientes. Este patrón fue descrito por Wirtki (1965) y se resume en dos fases principales con una breve fase de transición entre las dos.

Dominio de la corriente de California desde enero-febrero hasta abril-mayo. La consecuencia fundamental es una disminución notable en la temperatura del agua.

Dominio de la contracorriente ecuatorial del norte, desde julio-agosto hasta noviembre-diciembre. Su principal resultado es el aumento de la temperatura del agua. Filonov *et al.* (2000) ratificaron estos patrones generales en aguas del estado.

En las costas de Jalisco se presenta un mosaico de ecosistemas que contribuyen a que exista una gran diversidad de especies. Hay amplias zonas de playas arenosas, humedales costeros con crecimiento de manglares, bahías, pequeñas áreas con arrecifes de coral, fondos blandos y rocosos en la plataforma, ambientes epipélagicos oceánicos muy cerca de la costa debido a que la plataforma

González-Sansón, G., F. A. Silva-Bátiz, 2017. Ecorregiones marinas y costeras. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 67-75.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Ecorregiones marinas. Fuente: CONABIO 1998, Wilkinson *et al.* 2009.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*). Foto: Antonio Trejo Robles.

continental es muy estrecha (González-Sansón *et al.* 2010). Las aguas costeras de la ecorregión en que se ubica el estado, en general, se consideran muy productivas, con valores típicos de producción primaria en el orden de más de 300 gC/m^2/año (Wilkinson *et al.* 2009).

Los elencos sistemáticos de las especies marinas en aguas de Jalisco son todavía muy incompletos, pero la información que existe indica una gran diversidad, lo cual se corresponde con el carácter tropical de la región, su diversidad de hábitats y la productividad de sus aguas; por ejemplo, solo para los fondos blandos de la región se han registrado 140 especies de peces (Aguilar-Palomino *et al.* 1996), 92 de macromoluscos (Landa-Jaime y Arciniega-Flores 1998) y 60 de decápodos y estomatópodos (Landa-Jaime *et al.* 1997). Las aves vinculadas a los humedales costeros son un importante componente de la biodiversidad en el estado; como ejemplo, se puede citar que en el sistema lagunar Agua Dulce-El Ermitaño han sido registradas 87 especies (Hernández Vázquez 2005); el ictioplancton también es indicador de la alta diversidad de peces. Franco-Gordo *et al.* (2003) registraron 111 taxones en las aguas del sur de la entidad.

Un grupo de especies amenazadas requiere de una mención especial por su importancia para la conservación. No es propósito de este estudio presentar una lista exhaustiva de especies amenazadas que son características de la costa de Jalisco, pero se dan algunos ejemplos significativos. Según la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de amenazadas se incluyen todas las especies de mangle: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicenia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Entre los animales marinos y costeros destacan las tortugas marinas, las cuales tienen áreas de anidación importantes en la costa del estado; en este grupo se incluye a la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) (figura 2), la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga prieta (*Chelonia agassizi*), todas clasificadas como especies amenazadas. Otros reptiles vinculados a los humedales costeros y considerados como amenazados son el lagarto enchaquirado (*Heloderma horridum*), mientras que en la categoría de protección especial se enlista a la iguana verde (*Iguana iguana*) y el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) (figura 3). Entre las aves, se han registrado varias especies incluidas en la categoría de amenazadas: ganso de collar (*Branta bernicla*),

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*). Foto: Salvador Hernández Vázquez.

Figura 4. Pato mexicano (*Anas platyrhynchos*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

pato mexicano (*Anas platyrhynchos*, figura 4) y pato colorado (*Nomonyx dominicus*) (Hernández-Vázquez 2005).

A partir de los estudios que describen la variación estacional en algunas comunidades marinas de la costa de Jalisco (Godínez-Domínguez y González-Sansón 1999, Godínez-Domínguez *et al.* 2000, Franco-Gordo *et al.* 2001, 2003, Hernández-Vázquez 2005, Rojo-Vazquez *et al.* 2008, Godínez-Domínguez *et al.* 2009) se demostró que, a pesar de la homogeneidad de la ecorregión en términos de su biogeografía, pueden existir cambios estacionales o interanuales notables en los componentes dominantes de la biodiversidad marina.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. Tala de manglar en la laguna de Barra de Navidad. Foto: Francisco de Asís Silva Bátiz.

Franco-Gordo *et al.* (2003) encontraron que la diversidad (índice de Shannon) del ictioplancton frente a la costa sur de Jalisco fue muy baja en el periodo frío (enero a mayo), mientras que en la estación cálida (junio-diciembre) se quintuplicó el valor de diversidad. Estos cambios corresponden a una notable modificación en la abundancia de larvas de la especie de pez *Bregmaceros bathymaster*, que resultó ser mayor en el periodo frío y, en esa época, hizo disminuir el componente de equidad del índice utilizado.

Las especies de peces más abundantes en las capturas con redes de agalla efectuadas en la costa sur de Jalisco, en la mayoría de los casos presentan claras variaciones estacionales de su abundancia (Godínez-Domínguez *et al.* 2000, Rojo-Vázquez *et al.* 2008). Algunos ejemplos son sarangola (*Microlepidotus brevipinnis*), cocinero (*Caranx caballus*), pargo flamenco (*Lutjanus guttatus*), chanana (*Haemulon flaviguttatum*), curvina amarilla (*Umbrina xanti*), sierra (*Scomberomorus sierra*), pargo alazán (*Lutjanus argentiventris*), chivo (*Mulloidichthys dentatus*) y jurel (*Caranx caninus*).

Las aves que abundan en la costa también presentan cambios estacionales muy marcados. En un estudio realizado en el sistema lagunar Agua Dulce-Ermitaño, Hernández-Vazquez (2005) se consigna mayores abundancias de varias especies durante el invierno, como las aves marinas *Phalacrocorax brasilianus* y *Larus atricilla*, y los patos *Dendrocygna autumnalis* y *Anas acuta*.

Principales amenazas

En el estado se consideran varios factores que han contribuido a degradar los ambientes costeros. Según Silva-Bátiz *et al.* (2010), la tala indiscriminada de la vegetación (principalmente del bosque seco y en ocasiones de los manglares) (figura 5) ha provocado una deforestación severa que influye en numerosos procesos naturales e impacta notablemente a la biodiversidad. El desarrollo no planeado de la agricultura y la ganadería ha consolidado los efectos de la deforestación y ha añadido contaminación por agroquímicos; la ampliación de centros urbanos y el desarrollo de instalaciones turísticas constituye otro problema potencial en este sistema; finalmente, es posible que los cambios climáticos globales se estén reflejando en fenómenos a escala temporal de varios años que influyen también en el clima local (ENSO, La Niña y frecuencia de huracanes).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los cambios en el uso del suelo y la cobertura vegetal han alterado seriamente la dinámica de los ecosistemas costeros. Existe una modificación del régimen hidrológico (escurrimiento, evapotranspiración, retención del agua en el acuífero) que se ve agravada por el mal manejo del agua por parte del ser humano. Se han incrementado la sedimentación (debida a la mayor erosión de los suelos) y el azolvamiento de los cuerpos de agua costeros por una disminución de su volumen y, por tanto, por una reducción del hábitat acuático. En algunos puntos de la costa hay un incremento de nutrientes debido al uso de fertilizantes en la agricultura y al aumento del arrastre debido a la deforestación. La contaminación por sustancias tóxicas es una amenaza presente y futura ocasionada por el uso no controlado y posiblemente excesivo de agroquímicos (insecticidas, herbicidas, etc.) y a la utilización de detergentes y sustancias de otra índole en desarrollos urbanos y turísticos.

La fragmentación del hábitat tiene un impacto notable en la biodiversidad de la región. Eliminar los bosques crea una estructura en parches, y los corredores ecológicos son severamente afectados por la agricultura; en casos extremos, la desaparición de áreas extensas de un hábitat determinado, acuático o terrestre, afecta de forma irreversible a algunas especies (Silva-Bátiz *et al.* 2010).

En relación con las amenazas a la biodiversidad, un aspecto importante es la posibilidad de pesca excesiva de los recursos marinos y estuarinos. El criterio de una parte de los pescadores parece coincidir en que han disminuido las capturas de peces, principalmente de la especie más importante de la región: el huachinango (*Lutjanus peru*); sin embargo, no hay un fundamento objetivo para achacar esta supuesta disminución a un factor específico y mientras algunos hablan de sobrepesca, otros consideran que los cambios en los hábitats costeros y la contaminación podrían tener un peso significativo en este fenómeno.

Acciones de conservación

Gran parte de las aguas costeras de Jalisco están dentro del sistema de regiones marinas prioritarias (RMP) de México. Al norte del estado se ubica la RMP 22, que corresponde a la Bahía de Banderas; en el centro de la zona costera se encuentra la RMP 25, conocida como Mismaloya-Punta Soledad, y al sur está la RMP 26, denominada Chamela-El Palmito.

Jalisco también cuenta con dos regiones hidrológicas priorizadas (24 y 25). Por un lado se presenta el Cajón de Peñas-Chamela, ubicado hacia el norte; por otra parte, al sur se identifica la región de Ríos Purificación-Almería (Arriaga *et al.* 2000).

Ocho humedales costeros de Jalisco han sido reconocidos como sitios Ramsar de importancia internacional, los cuales son la laguna Barra de Navidad, la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, la laguna de Chalacatepec, los esteros de La Manzanilla (figura 6), Xola-Paramán, Majahuas, El Chorro, y el sistema estuarino-lagunar Agua Dulce-El Ermitaño (CONANP 2013).

En la lista de la CONABIO de los sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica (CONABIO 2009) aparecen las lagunas de Barra de Navidad y Chalacatepec junto con los sistemas de Chamela Cuixmala y Agua Dulce-El Ermitaño.

Un esfuerzo estatal que apoya la conservación de los cuerpos de agua costeros fue concretado en el Plan Estratégico para la Conservación de los Humedales de Jalisco (CEPAHJ 2009), el cual tiene como misión "promover e inducir en forma coordinada e intersectorial, el manejo y aprovechamiento sustentable de los humedales del estado de Jalisco, formulando y fomentando políticas dirigidas a ello, estimulando y fortaleciendo la regulación local y regional, particularmente en apego a los lineamientos de la Convención Ramsar". El plan se apoya en enfoques metodológicos que se

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 6. Estero de la Manzanilla. Foto: Antonio Ordorica Hermosillo.

complementan entre sí, y que incluyen el manejo basado en ecosistemas, el manejo integrado de cuencas hidrográficas, el manejo integrado de la zona costera y el principio de manejo adaptativo. Los planes de conservación y manejo para cada uno de los sitios Ramsar ya fueron elaborados y entregados para su revisión técnica y consulta en el año 2015.

Conclusión

Las aguas costeras de Jalisco presentan alta homogeneidad en cuanto a sus características biogeográficas, por lo que quedan incluidas como parte de una sola ecorregión marina que abarca todo el Pacífico Oriental Tropical. No obstante, la región presenta una gran variedad de ecosistemas y hábitats lo que, unido a su carácter tropical y a la alta productividad de sus aguas, permite la existencia de una biodiversidad vegetal y animal. Esta biodiversidad está amenazada por varios impactos de origen humano, entre los cuales destacan el cambio de uso de los suelos y la cobertura vegetal en la zona costera, el desarrollo actual y perspectivo del turismo, la posible sobreexplotación de los recursos marinos comerciales y el deterioro de hábitats acuáticos críticos, tanto por la degradación física directa, como por la contaminación y la eutrofización.

Existen varias medidas encaminadas a lograr la conservación de la biodiversidad marina en el estado. Estas acciones generan optimismo en relación con la posibilidad de lograr un programa integral para el manejo de los recursos marinos y costeros, en busca de un desarrollo sustentable, que tribute al uso racional y la conservación de la biodiversidad marina y costera en el estado. Además, es importante que en el futuro cercano se realice un esfuerzo especial con vistas a la creación de áreas marinas protegidas y reservas de pesca. También resulta como prioridad la implementación de un programa de investigación aplicada que apoye el desarrollo de formas de manejo que sean efectivas. Son muchos los vacíos de información acerca de los procesos ecológicos que mantienen la biodiversidad marina y costera. Sin una comprensión cabal de esos procesos será muy difícil lograr la efectividad en la conservación.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Aguilar-Palomino, B., J. Mariscal-Romero, L.E. Rodríguez-Ibarra y G. González-Sansón. 1996. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas* 22(4):469-481.

Arriaga, L., V. Aguilar-Sierra y J. Alcocer-Durand. 2000. *Aguas continentales y diversidad biológica de México*. CONABIO. México.

CEPAHJ. Comité Estatal para la Protección Ambiental de los Humedales de Jalisco. 2009. Plan estratégico para la conservación de los humedales de Jalisco 2009-2013. En: <*http://siga.jalisco.gob.mx/multi/PlanEstrate_2009_2013.pdf*>, última consulta: 23 de enero de 2013.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. Regiones marinas prioritarias de México, catálogo de metadatos geográficos. En: <*http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/rmpm4mgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no*>, última consulta: 8 de octubre de 2013.

—. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2009. Identificación de sitios de manglar de relevancia biológica y de rehabilitación ecológica. CONABIO, México. En: <*http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/t2/presen_2_CONABIO.pdf*>, última consulta: 10 de septiembre de 2015.

CONABIO, CONANP, TNC y PRONATURA. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, PRONATURA. A.C. 2007. *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. México*. CONABIO/CONANP/TNC/PRONATURA, México.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2013. Sitios Ramsar. En: <*http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php*>, última consulta: 23 de enero de 2013.

Filonov, A., I.E. Tereshchenko, C. Monzón, *et al.* 2000. Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima. *Ciencias Marinas* 25(2):303-321.

Franco-Gordo, C., E. Súarez-Morales, E. Godínez-Domínguez y R. Flores-Vargas. 2001. A seasonal survey of the fish larvae community of the central Pacific coast of Mexico. *Bulletin of Marine Science* 68(3):383-396.

Franco-Gordo, C., E. Godínez-Domínguez, E. Súarez-Morales y L. Vásquez-Yeomans. 2003. Diversity of ichthyoplankton in the central Mexican Pacific: a seasonal survey. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 57:111-121.

Godínez-Domínguez, E. y G. González-Sansón. 1999. Diversidad de macroinvertebrados de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 25(4):609-627.

Godínez-Domínguez, E., J. Rojo-Vázquez, V. Galván-Piña y B. Aguilar-Palomino. 2000. Changes in the structure of a coastal fish assemblage exploited by a small scale gillnet fishery during an El Niño-La Niña event. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51:773-787.

Godínez-Domínguez, E., J. Freyre, C. Franco-Gordo y G. González-Sansón. 2009. Decomposing diversity patterns of a soft-bottom macroinvertebrate community in the tropical eastern Pacific. *Journal of Marine Biological Association* 89(1):31-38.

González-Sansón, G, E. Godínez-Domínguez y F. de A. Silva-Bátiz. 2010. Ecosistemas marinos del sur de Jalisco y Colima. En: *Ecosistemas marinos de la costa sur de Jalisco y Colima*. E. Godínez-Domínguez, C. Franco-Gordo, J.A. Rojo-Vázquez, *et al.* (eds.). Universidad de Guadalajara, CUCSUR, Autlán de Navarro, pp. 9-25.

Hernández-Vázquez, S. 2005. Aves acuáticas de la laguna de Agua Dulce y esteros El Ermitaño, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical* 53 (1-2):229-238.

Landa-Jaime, V., J. Arciniega-Flores, R. García de Quevedo-Machaín, *et al.* 1997. Crustáceos decápodos y estomatópodos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 23(4):403-417.

Landa-Jaime, V. y Arciniega-Flores, J. 1998. Macromoluscos bentónicos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 24(2):155-167.

Rojo-Vázquez, J.A., C. Quiñonez-Velázquez, H.A. Echavarria-Heras, *et al.* 2008. The fish species composition and variation of catch from the small-scale gillnet fishery before, during and after the 1997-1998 ENSO event, central Mexican Pacific. *Revista de Biología Tropical* 56(1):133-152.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Silva-Bátiz, F. de A., G. González-Sansón y E. Godínez-Domínguez. 2010. Los humedales costeros de Jalisco: bases conceptuales para su conservación y uso racional. En: *Ecosistemas marinos de la costa sur de Jalisco y Colima*. E. Godínez-Domínguez, C. Franco-Gordo, J.A. Rojo-Vázquez, *et al.* (eds.) Universidad de Guadalajara, CUCSUR, Autlán de Navarro, pp. 213-248

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Spalding, M.D., H.E. Fox, G.R. Allen, *et al.* 2007. Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience* 57(7):573-583.

Wilkinson, T., E. Wiken, J. Bezaury-Creel, *et al.* 2009. *Marine ecoregions of North America.* Commission for Environmental Cooperation. Montreal.

Wirtki, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific ocean. *Interamerican Tropical Tuna Commission Bulletin* 9(5):271-294.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sección XI

Diversidad de especies

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Jessica Valero Padilla, Flor Paulina Rodríguez Reynaga y Andrea Cruz Angón

El objetivo de esta sección es compartir el conocimiento que ha sido generado gracias al esfuerzo y dedicación de investigadores de las ciencias biológicas, con el fin de conocer las especies que se distribuyen en la entidad y su situación para proponer acciones de conservación.

El lector encontrará 40 contribuciones de diferentes grupos biológicos, como hongos, algas, plantas y animales vertebrados e invertebrados. Cada una integrada por ocho apartados, en los cuales se describe de manera general al grupo; se da información actualizada sobre su diversidad, distribución, importancia ecológica, económica y cultural; se proporciona el número de especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010 u otras listas de protección internacional; se dan a conocer las principales amenazas que enfrentan los organismos, las oportunidades o acciones de conservación que se llevan a cabo en el estado y, finalmente, se concluye con recomendaciones que los autores brindan para conservar a los organismos tratados en cada capítulo y estudio de caso. También se mencionan los vacíos de información que existen sobre ciertos organismos o áreas poco estudiadas, con la intención de incentivar a las nuevas generaciones de investigadores a completar dicha información.

De acuerdo con la información recabada en esta sección y los apéndices anexos a la presente obra, Jalisco cuenta con 14 353 especies (cuadro 1). y se brinda información relevante de cada grupo a continuación.

Hongos

El estado posee 17% de especies de hongos conocidas en México, lo que equivale a 1 026 especies; de las cuales, cuatro corresponden a hongos-alga u Oomycota (reino Chromista), 71 a mucilaginosos (reino Protista) y 951 a hongos verdaderos (reino Fungi). A escala nacional, la NOM-059-SEMARNAT-2010 enlista 46 especies de hongos, de los cuales, 14 habitan en Jalisco.

Algas

Se han realizado diversos estudios acerca de las microalgas de agua dulce, así como de microalgas y macroalgas marinas. Los lugares más investigados han sido el lago de Chapala (226 especies), la laguna de Zapotlán (97 especies), la bahía de Banderas (99 especies), la bahía Chamela (157 especies), entre otras. En la entidad no se tienen estudios que permitan evaluar el estado de conservación de las poblaciones de algas dulceacuícolas y marinas, por lo que es necesario desarrollar proyectos, a largo plazo, en la zona que indique el estado de dichas poblaciones y, con base en ello, establecer medidas de protección para las especies que lo requieran.

Plantas

La información presentada sobre el reino Plantae incluye musgos (213 especies), helechos (250 especies), gimnospermas (35 especies) y angiospermas (5 525 especies), que da un total de 6 023 especies. Como parte de las angiospermas, el lector encontrará información acerca de

Valero-Padilla, J., F.P. Rodríguez-Reynaga y A. Cruz-Angón. 2017. Resumen ejecutivo. Diversidad de especies. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 79-81.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

grupos específicos, como agaves, cactus, encinos, mangles, entre otros. El último capítulo de este grupo aborda temas de los jardines botánicos y herbarios presentes en la entidad, que contienen parte de los datos mostrados en esta obra.

Animales

Se registra información acerca de artrópodos (arañas, ciempiés, milpiés, insectos y crustáceos) representados por, aproximadamente, 3 794 especies. Otro grupo que destaca por su representatividad es el filo Chordata, el cual comprende a los vertebrados: peces (657 especies), anfibios (51 especies), reptiles (160 especies), aves (565 especies) y mamíferos (190 especies). Se abordan otros grupos, como los platelmintos, anélidos, cnidarios, moluscos y equinodermos, que da como resultado 6 461 especies para el reino Animalia. Al final de la sección se abordan temas sobre las colecciones zoológicas presentes en la entidad.

Principales amenazas

Las amenazas a la biodiversidad más mencionadas son el cambio de uso del suelo para construir caminos o carreteras, la expansión de la infraestructura urbana, hotelera y minera. Para las plantas, los incendios forestales y la tala clandestina son problemas recurrentes. Las principales amenazas para los animales son la desecación y el relleno de humedales, inundaciones de bosques ribereños por presas, alteraciones de los cursos regulares de los arroyos y ríos de la región mediante grandes estructuras hidráulicas como presas, canales y diques, lo que reduce el flujo de agua en ríos; la contaminación de aguas y suelos (como los ríos Santiago y Marabasco); la sobreexplotación de poblaciones para la cacería deportiva, de subsistencia y para el comercio de mascotas, así como la introducción de especies exóticas e invasoras son las principales amenazas reportadas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Riqueza de especies por grupo taxonómico.

Reino	División o Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Infraespecie	Taxa
Prokaryotae	Cyanobacteria	1	5	23	43	120	0	120
	Subtotal	**1**	**5**	**23**	**43**	**120**	**0**	**120**
Chromista	Oomycota	1	2	2	2	4	0	4
	Subtotal	**1**	**2**	**2**	**2**	**4**	**0**	**4**
Protoctista	Myxomycota	2	6	10	28	71	3	72
	Foraminifera	2	3	22	31	31	0	31
	Bacillariophyta	3	21	29	39	119	6	125
	Charophyta	2	3	4	12	37	0	37
	Chlorophyta	3	11	33	55	175	24	197
	Euglenophyta	1	2	3	6	36	2	38
	Haptophyta	1	1	1	1	1	0	1
	Heterocontophyta	1	6	10	18	43	2	44
	Miozoa	2	6	20	25	148	15	160
	Ochrophyta	3	3	5	5	6	0	6
	Rhodophyta	4	18	32	58	127	8	130
	Subtotal	**24**	**80**	**169**	**278**	**794**	**60**	**841**
Fungi	Ascomycota	8	18	49	100	203	1	203
	Basidiomycota	6	18	75	257	740	18	748
	Zygomycota	0	1	3	4	8	0	8
	Subtotal	**14**	**37**	**127**	**361**	**951**	**19**	**959**
Plantae	Bryophyta	2	16	47	129	213	24	225
	Pteridophyta	5	14	27	68	250	12	252
	Coniferophyta	1	2	3	6	33	2	34
	Cycadophyta	1	1	1	2	2	0	2
	Angiospermas	2	66	196	1 428	5 525	411	5 677
	Subtotal	**11**	**99**	**274**	**1 633**	**6 023**	**449**	**6 190**
Animalia	Cnidaria	3	7	30	46	71	0	71
	Chaetognata	1	1	2	8	13	0	13
	Acanthocephala	3	4	6	8	11	0	11
	Annelida	2	14	48	123	205	0	205
	Nematoda	2	6	23	49	67	0	67
	Platyhelminthes	3	13	74	165	201	0	201
	Arthropoda	6	45	250	1 720	3 794	195	3 824
	Mollusca	5	36	131	299	498	0	498
	Echinodermata	4	13	30	48	68	1	68
	Peces	3	33	112	326	567	2	567
	Anfibios	1	3	11	21	51	0	51
	Reptiles	1	3	30	77	160	0	160
	Aves	1	24	77	310	565	0	565
	Mamíferos	1	9	28	109	190	0	190
	Subtotal	**36**	**211**	**852**	**3 309**	**6 461**	**198**	**6 491**
Total		**87**	**434**	**1 445**	**5 626**	**14 353**	**726**	**14 605**

Fuente: información recopilada de los apéndices y contenidos del libro *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado*.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La biodiversidad del pasado

Edith Xio Mara García y Margarito Mora Núñez

Introducción

Jalisco tiene una situación geográfica privilegiada al estar en los límites de las dos grandes regiones biogeográficas americanas: la Neártica y la Neotropical, lo que explica la gran biodiversidad que ha tenido a lo largo del tiempo. El patrimonio paleontológico aporta valiosa información acerca de los procesos que desembocaron en la configuración natural actual. En su territorio se localiza un número importante de yacimientos fósiles que son prueba palpable de que la riqueza biológica ha existido al transcurrir el tiempo.

Yacimientos por periodo de tiempo

Los yacimientos cubren un amplio rango temporal, y van desde el cretácico, 144 a 65 millones de años (Ma) hasta el pleistoceno (1.8 a 0.01 Ma) (Dixon *et al.* 2001). Los fósiles son clave para reconstruir la historia natural de la región, ya que permiten interpretar los ecosistemas del pasado (figura 1).

La historia geológica de la región indica que una parte del estado estuvo cubierta por el océano durante el mesozoico; sin embargo, durante el oligoceno (34 a 23 Ma) y mioceno (23 a 5 Ma) hubo una gran actividad volcánica, lo que originó la Faja Volcánica Transmexicana, la cual cambió drásticamente el relieve, ya que se crearon nuevas cuencas que posteriormente se convirtieron en ambientes sedimentarios propicios para la fosilización. Esta intensa actividad volcánica aportó grandes cantidades de ceniza que hoy es abundante en los estratos jaliscienses y que ha permitido estimar su antigüedad.

Enseguida se describen algunas localidades que aportan información acerca del patrimonio paleontológico de Jalisco, organizadas por el periodo o época geológica que representan. En la figura 1 se muestran algunos ejemplos de yacimientos.

Cretácico

Algunos de los yacimientos más antiguos corresponden a este periodo y se localizan en el centro del estado, en la Sierra Madre del Sur, en los municipios Tuxpan, Tamazula (Alencáster y Pantoja 1986, Buitrón 1986), Pihuamo (Alencáster 1986) y Tecolotlán (García y Mora-Núñez 2010), que conforman comunidades arrecifales de bivalvos (rudistas), gasterópodos, crustáceos, entre otros.

Mioceno

Un yacimiento de las localidades más conocidas del mioceno jalisciense es Los Otates, ubicado en las inmediaciones de la presa de Santa Rosa, municipio Amatitán. En este lugar se han encontrado peces que pertenecen a una familia endémica del occidente de México, cuyo nombre científico es *Tapatia occidentalis*, así como crustáceos terrestres y restos vegetales (Álvarez y Arriola-Longoria 1972, Guzmán *et al.* 1998).

En el mioceno también se sitúan algunos hallazgos de gonfoterios (parientes de los elefantes actuales), carnívoros, perisodáctilos (mamíferos con pezuñas y dedos impares) y artiodáctilos (mamíferos con pezuñas y dedos pares) en Teocaltiche (Montellano-Ballesteros 1997). Para Tecolotlán se han citado gonfoterios, caballos, rinocerontes y carnívoros (Carranza-Castañeda y Miller 2002).

García, E.X.M. y M. Mora-Núñez. 2017. La biodiversidad del pasado. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II.* CONABIO. México, pp. 83-86.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

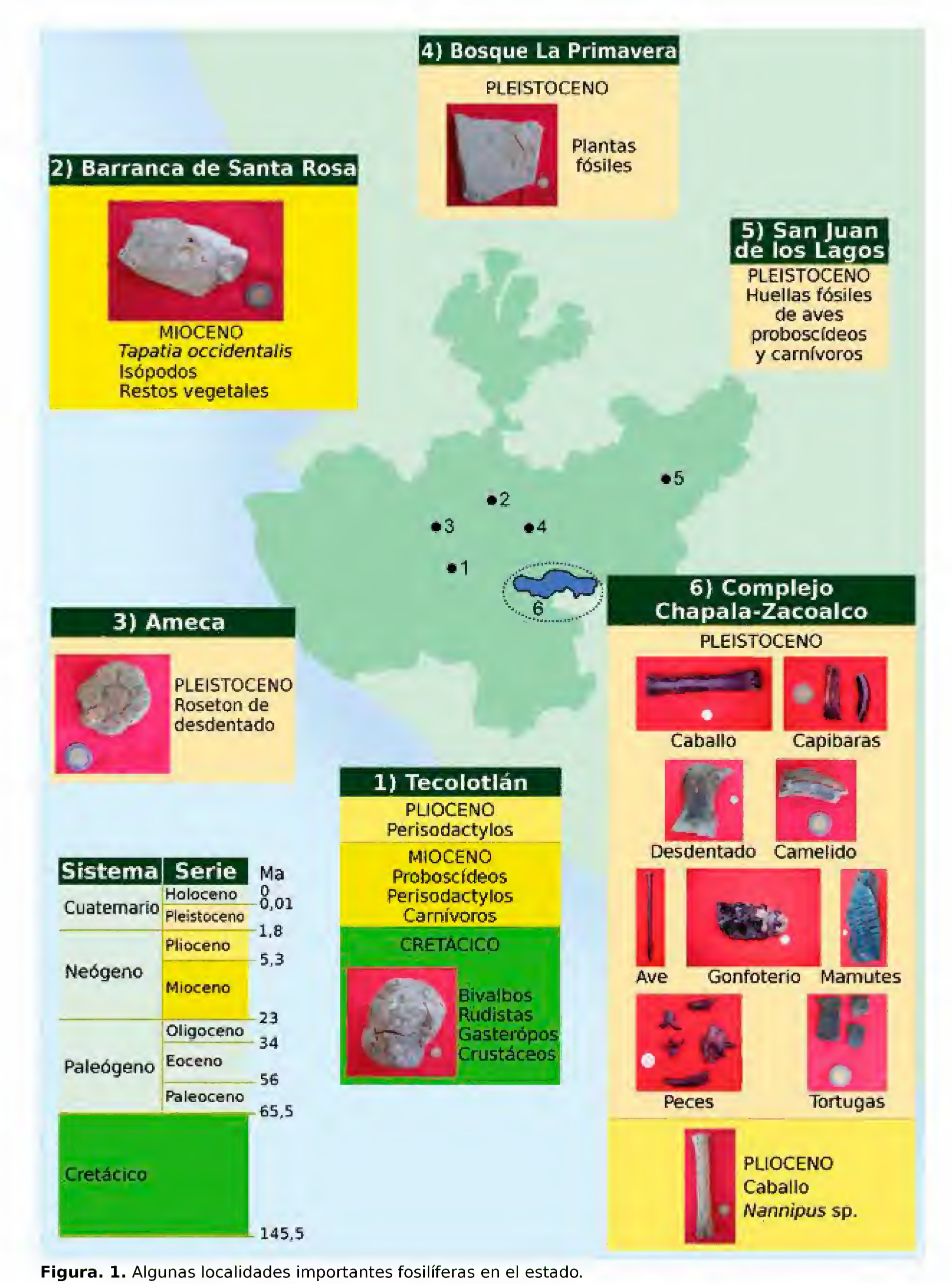


Figura. 1. Algunas localidades importantes fosilíferas en el estado.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Plioceno

Está representado en Tecolotlán por yacimientos a partir de los cuales se identificaron caballos de tres dedos (Carranza-Castañeda y Miller 2002). Chapala también presenta algunos sedimentos pliocénicos de donde se han obtenido restos de caballos (Rufolo 1998).

Pleistoceno

Es la época mejor representada del estado. Las localidades más ricas en restos fósiles están en el complejo Chapala-Zacoalco, que incluyen gran cantidad de taxones, entre los que se encuentran bagres, charales y pez blanco (Álvarez 1974), tortugas (Schreiber 2004), somormujos, cormoranes, garzas, chorlitos y pájaros (Álvarez 1977).

En relación con los mamíferos es importante la contribución de la investigación de Rufolo (1998), en la que se estudiaron restos de gonfoterios, mamuts, gliptodontes, perezosos de tierra, bisontes, ciervos, berrendos, camellos, pecaríes, caballos, tapires, osos, lobos, felinos, capibaras y liebres.

Otras localidades del pleistoceno son Ameca, que tiene registros de mamíferos, como gliptodontes, mamuts, caballos y bisontes (Mc Donald 2002, Alberdi y Corona 2005) y el bosque La Primavera, que cuenta con restos vegetales, entre los que hay pinos, encinos y sauces (Amezcua 2000).

Conclusión

Jalisco atesora un amplio registro fósil que representa un patrimonio de gran valor natural y científico. A pesar de que ya se conoce un poco, los yacimientos del estado muestran un enorme potencial para descubrimientos e investigaciones futuras.

Referencias

Alberdi, M.T. y E. Corona M. 2005. Revisión de los gonfoterios en el cenozoico tardío de México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 22(2):246-260.

Alencáster, G. 1986. Nuevo Rudista (Bivalvia-Hippuritacea) del cretácico inferior de Pihuamo, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 47(1):47-61.

Alencáster, G. y J. Pantoja. 1986. *Coalcomana ramosa* (Boehm) (Bivalvia-Hippuritacea) del albiano temprano del cerro de Tuxpan, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 47 (1):33-46.

Álvarez, J. 1974. Contribución al conocimiento de los peces fósiles de Chapala y Zacoalco (aterinidos y ciprinidos). Anales del INAH, México, 191-209.

Álvarez, J. y J. Arriola-Longoria. 1972. Primer goodeido fósil procedente del plioceno jaliscience. *Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales de Jalisco* 6:6-15.

Álvarez, R. 1977. A Pleistocene avifauna from Jalisco, Mexico. *Contributions from de Museum of Paleontology the University of Michigan* 24(19):205-220.

Amezcua, T. N. 2000. *Estudio paleobotánico de la localidad el Bajío en la Caldera de la Sierra la Primavera, Jalisco*. Tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara.

Buitrón, B.E. 1986. Gasterópodos del cretácico (Aptiano tardio-Albiano temprano) del cerro de Tuxpan, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 47(1):17-30.

Carranza-Castañeda, O. y W.E. Miller. 2002. Inmigrantes sudamericanos en las faunas del terciario tardío del centro de México. En: *Avances en los estudios paleomastozoológicos*. Ballesteros y Cabrales (coord). CONACULTA/INAH, México, pp. 69-81.

Dixon, D., I. Jenkins, R.T.J. Moody y A. Y. Zhuravlev. 2001. Atlas of life on Earth: *The Earth, its landscape and life forms*. Barnes & Noble Books. Nueva York.

García, E.X.M. y M. Mora-Nuñez. 2010. Preliminary results of the cretaceous paleontology from Tecolotlan, Jalisco, Mexico. *57th Annual Meeting of Southwestern Association of Naturalist*. Texas.

Guzmán, A., W. Stinnesbeck, J. Robles-Camacho y O. Polaco. 1998. El Paleolago de Amatitán, Jalisco: estratigrafía, sedimentología y paleontología de la localidad tipo de *Tapatia occidentalis* (Osteichthyes: Goodeidae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología* 8 (2): 127-134.

Mc Donald, H.G. 2002. Fossil Xenarthra of Mexico: A review. En: *Avances en los estudios paleomastozoológicos*. Ballesteros y Cabrales (coord). CONACULTA/INAH, México, pp. 227-248.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Montellano-Ballesteros, M. 1997. New vertebrate locality of late Hemphilian age in Teocaltiche, Jalisco, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 14(1):84-90.

Rufolo, S.J. 1998. *Taxonomy and signficance of the fossil mammals of lake Chapala, Jalisco, Mexico.* Tesis de maestría en Ciencias. Universidad de Brigham.

Schreiber, H.D. 2004. Faunal characterisation of neogene and pleistocene localities of the state Jalisco, Mexico. *Carolinea* 62: 63-68.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Hongos

Laura Guzmán Dávalos, Olivia Rodríguez Alcántar e Isela Leticia Álvarez Barajas

Descripción

En sentido amplio, dentro de las especies de hongos se incluyen a los hongos verdaderos (reino Fungi), a los hongos-alga u Oomycota (reino Chromista) y a los hongos mucilaginosos o Myxomycota (reino Protista) (Kirk *et al.* 2008). En algún momento, todos ellos se consideraron en un solo reino por su capacidad para producir esporas. Los hongos son un grupo muy antiguo, tiene registros desde el precámbrico; para el final del carbonífero existen evidencias de la presencia de la mayoría de los grupos (Pirozynski 1981, Stewart y Rothwell 1993).

Los hongos verdaderos se caracterizan por alimentarse por absorción (secretan enzimas al medio, mismas que desdoblan el alimento en partículas muy sencillas, que después absorben), y por tener su pared celular compuesta de quitina. En el cuadro 1 se indican los grupos en los que se clasifica el reino Fungi, sus características, ejemplos y el número de especies descritas en el mundo hasta el año 2008. Varias especies que antes pertenecían a Chytridiomycota o Zygomycota no se han podido incluir en ninguno de ellos, por lo queda pendiente su ubicación dentro de grupos naturales (Hibbett *et al.* 2007, Kirk *et al.* 2008).

Los líquenes (hongos liquenizados) son asociaciones de hongos (principalmente Ascomycota) con algas (clorofitas y cianobacterias); esta asociación les permite desarrollarse en lugares donde el alga no podría sobrevivir en forma independiente. El hongo liquenizado no tiene la capacidad de vivir en vida libre, solo lo puede hacer con la presencia del alga (Seymour *et al.* 2005).

Cuadro 1. Grupos de hongos que pertenecen al reino Fungi a escala mundial.

Grupo	Características	Ejemplos	Núm. de especies descritas
Ascomycota	Hifas dicarióticas**, con ascosporas	Gachupín (*Helvella crispa*), productor de la penicilina (*Penicillium chrysogenum*), levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)	64 163
Basidiomycota	Hifas dicarióticas**, con basidiosporas	Hongo real (*Amanita caesarea*), *Cantharellus cibarius*	31 515
Microsporidia	Anteriormente en los Protozoa, parásitos de animales	Control biológico de saltamontes y langostas (*Nosema locustae*)	1 300
Zygomycota	Hifas cenocíticas*, con cigosporas	Moho del pan (*Rhizopus stollonifer*)	1 065
Chytridiomycota	Con células flageladas	Hongo acuático (*Chytridium*)	706
Glomeromycota	Hifas cenocíticas*, con glomerosporas	Hongo formador de micorriza vesículo arbuscular (*Glomus*)	169

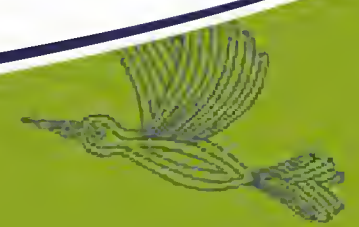
* Hifa cenocítica: sin septos, con muchos núcleos.

** Hifa dicariótica: septada, con dos núcleos entre cada septo.

Fuente: Kirk *et al.* 2008.

Guzmán-Dávalos L., O. Rodríguez e I. Álvarez. 2017. Hongos. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II.* CONABIO. México, pp. 87-94.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



Diversidad

Los hongos son de los grupos de organismos más diversos del planeta. Se calcula que existen más de 1.5 millones de especies (Hawksworth 1991), de las cuales, solo se han descrito alrededor de 99 mil especies (cuadro 1) (Kirk *et al.* 2008), es decir 6.6%. Los más abundantes son los Ascomycota, con más de 64 mil especies, y los Basidiomycota, con más de 31 mil especies (Kirk *et al.* 2008) (cuadro 1).

En México, Guzmán (1998) calculó que existen 200 mil especies, de las cuales, hasta esa fecha, se conocían 6 710, y de ellas, dentro de los hongos macroscópicos, aproximadamente 2 400 corresponden a Ascomycota (incluyen 1 800 especies liquenizadas) y 2 200 Basidiomycota.

En Jalisco se conocen 1 026 especies de hongos (apéndices 2 y 3) y alrededor de 100 de líquenes (Álvarez y Guzmán-Dávalos 1988, 1993, Reynoso Dueñas *et al.* 2006), lo que representa aproximadamente 17% de las especies conocidas para México, y 1.1% del mundo. Del total de 1 026 especies (1 035 taxones, si se incluyen categorías infraespecíficas), cuatro son Oomycota, 71 Myxomycota (en el apéndice 2 como Myxogastrea y Protostelea), 203 Ascomycota, 740 Basidiomycota y ocho son Zygomycota (apéndice 3). La información contenida en los apéndices 2 y 3 es una modificación y actualización del trabajo de Sánchez-Jácome y Guzmán-Dávalos (2011), además se consultaron otros trabajos recientes, como el de Landeros y Guzmán-Dávalos (2013) y Torres-Torres *et al.* (2015) para el apéndice 3.

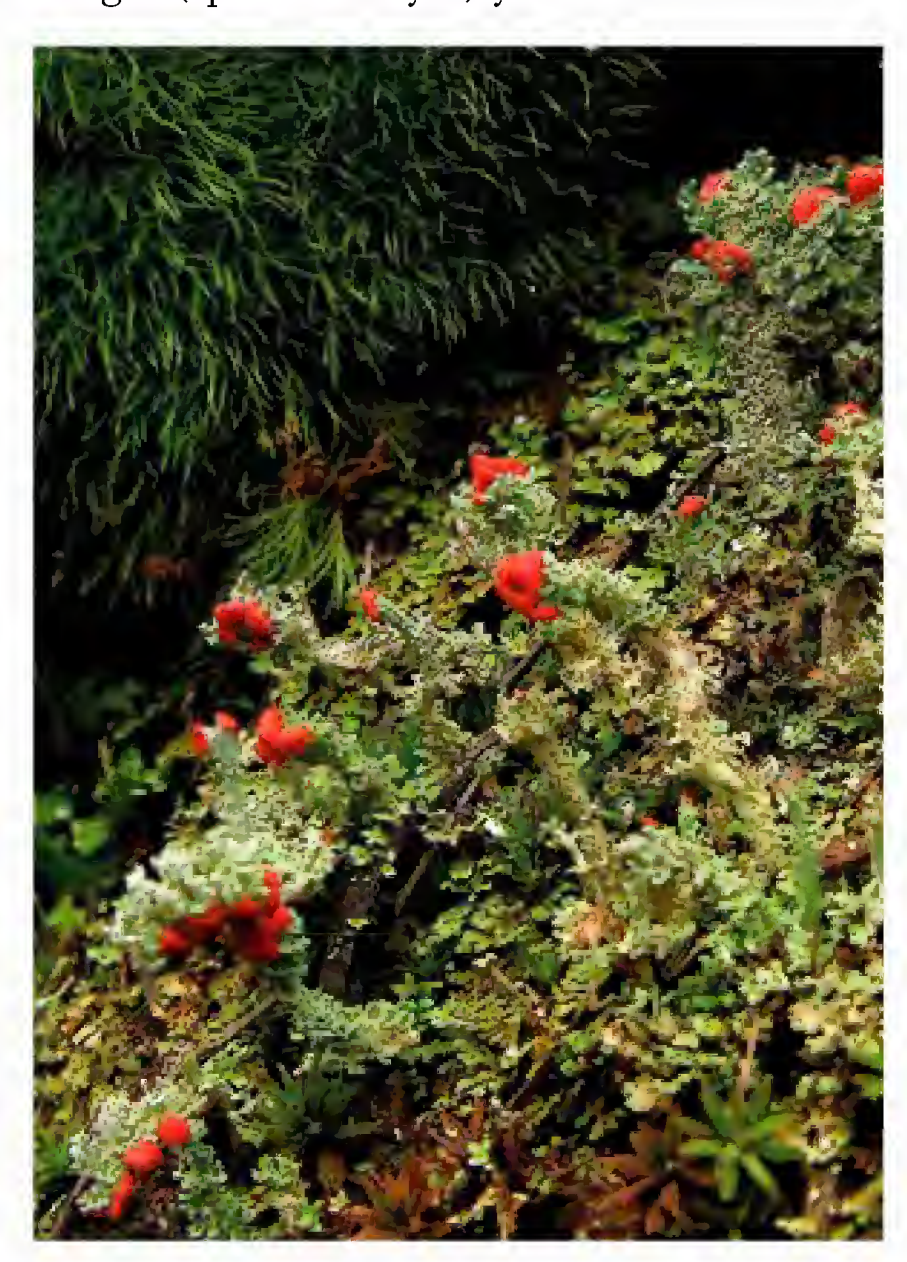


Figura 1. *Cladonia jaliscana*, liquen característico sobre suelo en los bosques templados de Jalisco. Foto: Eduardo Fanti.

Por otro lado, es difícil hablar de endemismos en hongos ya que existen pocos estudios que permiten conocer con exactitud la distribución de las especies y además tienden a una amplia distribución. *Cladonia jaliscana* (figura 1) (Ahti y Guzmán-Dávalos 1998), *Micropsalliota subalpina* (Guzmán-Dávalos y Heinemann 1994) y *Psilocybe jaliscana* (Guzmán 2000) son especies que solo se conocen en Jalisco.

Distribución

Los hongos pueden ser terrestres o acuáticos, ya sea marinos o dulceacuícolas, y se encuentran en ecosistemas fríos, templados y tropicales; por ejemplo *Helvella crispa* (figura 2) y *Amanita* complejo *caesarea* (figura 3) se encuentran en suelo de bosques templados, mientras que *Gloeostereum incarnatum* (figura 4) y *Pluteus chrysophlebius* (figura 5) crecen sobre la madera de los bosques subtropicales y templados del estado (cuadro 2).

Las especies acuáticas no han sido estudiadas, a excepción de las microscópicas que se encuentran en Barra de Navidad (González y Herrera 1993, 1995). Los hongos macroscópicos son más abundantes y evidentes en bosques templados de pinos y encinos, y en bosques subtropicales (mesófilo de montaña); ya que en la entidad existe un número mayor de especialistas dedicado al estudio de los hongos macroscópicos,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. *Helvella crispa*, hongo comestible muy común en Jalisco en bosques templados. Foto: Adrián Galván Corona.

son estos tipos de vegetación los más explorados y estudiados (Téllez *et al.* 1988, Rodríguez *et al.* 1994, Fierros y Guzmán-Dávalos 1995, Herrera Fonseca *et al.* 2002, Gándara *et al.* 2014). En general, las regiones tropicales han sido muy poco estudiadas (Vázquez y Guzmán-Dávalos 1988, Lado *et al.* 1999, Bautista-Hernández y Aguirre-Acosta 2004).

Importancia ecológica, económica y cultural

Las bacterias y los hongos saprobios son considerados "basureros de los ecosistemas", ya que degradan la materia orgánica muerta y la reincorporan al suelo para que ésta sea aprovechada nuevamente por las plantas. A la par, los líquenes contribuyen de manera importante en la formación del suelo mediante la acción biótica que ejercen sobre las rocas. Los hongos micorrizógenos o que forman micorrizas (simbiosis entre el hongo y las raíces de las plantas) permitieron que hace millones de años surgieran las primeras plantas terrestres al tener más capacidad de absorber nutrientes del suelo y protección contra organismos patógenos. En el siglo XXI su importancia sigue siendo vital, ya que se estima que

Cuadro 2. Especies representativas de hongos.

Tipo de vegetación	Hábitat	Forma de vida	Nombre científico	Grupo taxonómico
Bosques templados	Hongos	Parásito	*Hypomyces lactifluorum*	Ascomycota
	Corteza	Simbiosis con alga (liquen)	*Flavopunctelia praesignis*	
			Cladonia jaliscana	
	Suelo	Micorrizógeno	*Helvella crispa*	
			Amanita caesarea	Basidiomycota
			Amanita muscaria	
			Cantharellus cibarius	
Bosques tropicales y/o subtropicales	Madera	Saprobio	*Cookeina speciosa*	Ascomycota
			Daldinia eschscholtzii	
			Entonaema cinnabarinum	
			Gloeostereum incarnatum	Basidiomycota
			Pluteus chrysophlebius	
	Suelo		*Micropsalliota heinemaniana*	
Amplia distribución	Sobre insecto	Parásito	*Cordyceps militaris*	Ascomycota
	Plantas y animales		*Fusarium solani*	

Fuente: Guzmán-Dávalos 2003.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. *Amanita* complejo *caesarea*, hongo comestible y micorrizógeno, de amplia distribución en bosques templados de Jalisco. Foto: Adrián Galván Corona.

Figura 4. *Gloeostereum incarnatum*, hongo lignícola, destructor de madera. Foto: Adrián Galván Corona.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

casi 90% de las plantas terrestres tienen micorrizas (Tedersoo *et al.* 2010). Los hongos parásitos son los principales causantes de pérdidas económicas en diferentes cultivos debido a que extraen las sustancias orgánicas que necesitan de su hospedero, lo debilitan y, a la larga, lo matan. Estos hongos afectan los cultivos más importantes de la región.

En comparación con otros estados del centro del país, es pobre la importancia cultural de los hongos en la región; a pesar de ello, los wixaritari, los pobladores de los municipios Tapalpa y Atemajac de Brizuela, y de la sierra de Quila consumen hongos silvestres. En general, son muy pocos los hongos comestibles silvestres que son utilizados en Jalisco; sin embargo, poco a poco ha aumentado el interés por las especies cultivadas, entre ellas el champiñón (*Agaricus bisporus*), shiitake (*Lentinula boryana*) y varias especies de setas (*Pleurotus* ssp.) (Soto-Velazco *et al.* 1991a, b, 1995). El cuitlacoche (*Ustilago maydis*) es un hongo

Cuadro 3. Especies de hongos incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Categoría
Amanita muscaria	A
Boletus edulis	A
Chroogomphus rutilus = *Gomphidius rutilus*	A
Hygrophorus russula	A
Leccinum aurantiacum	A
Morchella conica	A
M. costata	A
M. elata	A
Psilocybe caerulescens	A
P. cordispora	Pr
P. galindoi	A
P. mexicana	A
P. zapotecorum	A
Tricholoma magnivelare	Pr

A = amenazada, Pr = sujeta a protección especial
Fuente: SEMARNAT 2010.

Figura 5. *Pluteus chrysophlebius*, hongo lignícola, destructor de madera. Foto: Adrián Galván Corona.

Figura 6. *Amanita muscaria*, hongo venenoso y micorrizógeno, recolectado generalmente en bosque de pino. Foto: Adrián Galván Corona.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

parásito del maíz, que en la década de los ochenta, solo lo utilizaban como alimento para cerdos y le llamaban *tecolote* (Guzmán-Dávalos 1992), el cual ahora se recolecta en grandes cantidades, con demanda en la cocina gourmet. Recientemente ha surgido un enorme interés por *Ganoderma*, hongo medicinal ampliamente usado en Asia, que es muy abundante como parásito de árboles en la región. En Guadalajara y en el bosque La Primavera varias especies son plagas que causan problemas en el arbolado y que podrían ser utilizadas con fines medicinales (Soto-Velazco *et al.* 2002).

Situación y estado de conservación

La NOM-059-SEMARNAT-2010 lista 46 especies de hongos en alguna categoría de riesgo, de ellos 14 (30.4%) se encuentran en Jalisco (cuadro 3). Cabe mencionar que *Amanita muscaria* (figura 6) es una especie micorrizógena asociada con pinos, muy abundante en todos los bosques de *Pinus* o de *Pinus-Quercus* del país, y que difícilmente está amenazada.

Principales amenazas

El conocimiento de la diversidad de hongos es aún muy pobre, por lo que es necesario entender la estructura y funcionamiento de los ecosistemas en donde se incluya el papel de los hongos en ellos. En México, y específicamente en Jalisco, los trópicos se han explorado muy poco y son muy afectados por la explotación irracional del ser humano; la falta de protección y conservación de áreas naturales destinadas generalmente a la agricultura y ganadería ha provocado la pérdida de ecosistemas y, con ello, la diversidad de hongos.

En cuanto al grupo de los líquenes, la contaminación es uno de los factores que ejerce más impacto debido a su forma de nutrición (absorción por su cara exterior), lo que provoca un desequilibrio entre sus componentes y los conduce poco a poco a su destrucción (Nash III 2008). Por otro lado, los incendios eliminan los líquenes de la corteza y reducen las oportunidades de desarrollo de nuevos individuos; además, el calor excesivo afecta las zonas cercanas al incendio (Ahti 1977).

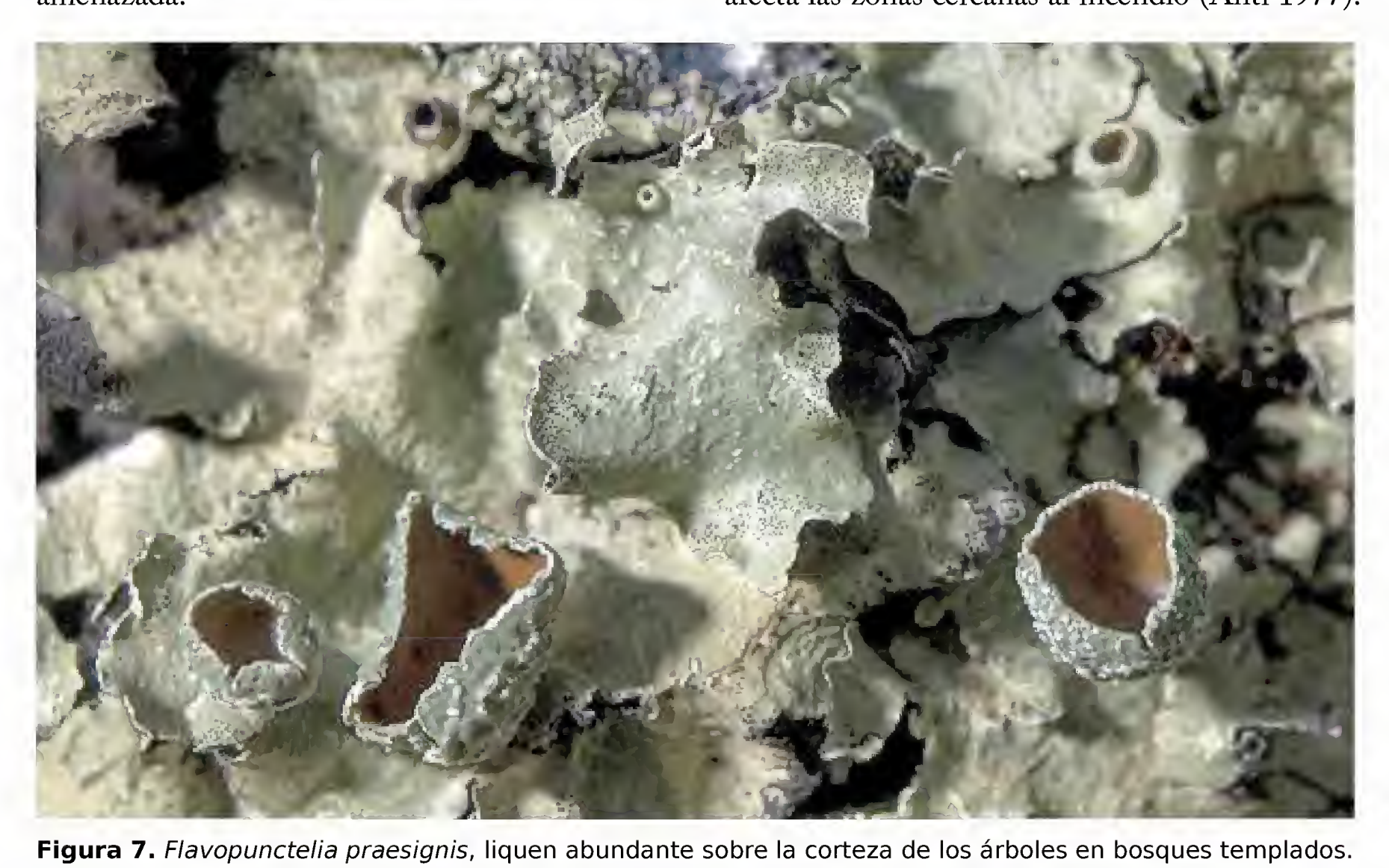


Figura 7. *Flavopunctelia praesignis*, liquen abundante sobre la corteza de los árboles en bosques templados. Las copas con la parte interna color café son apotecios (producen esporas sexuales del hongo). Foto: Eduardo Fanti.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Por último, el uso inadecuado (medicinal u ornamental) ha mermado las poblaciones ya que, al no cultivarse, se recolectan en cantidades exageradas y su crecimiento es muy lento. En Jalisco los líquenes más requeridos son *Flavopunctelia praesignis* (figura 7), *Pseudevernia intensa*, *Everniastrum* sp., *Parmotrema* sp. y *Usnea* sp. (Álvarez *et al.* 1992) que crecen en promedio 3-4 cm/año (Honegger 2008).

Acciones de conservación y recomendaciones

En la entidad, los hongos están en la lista de los planes de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (SEMARNAT 2000) y del área protegida Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Guzmán-Mejía y López-Zavala 1987); sin embargo, las acciones hacia su conservación todavía son muy escasas. Un paso importante es conocer la diversidad del estado, para lo que se deben detectar áreas geográficas no exploradas y grupos de hongos poco conocidos.

Hasta ahora sólo se han recolectado y estudiado hongos de 86 (69%) de los 125 municipios de Jalisco, y los grupos más estudiados son los macroscópicos Ascomycota y Basidiomycota, por lo que es necesario realizar estudios en municipios no explorados, como Acatic, Amacueca, Amatitán, Chimaltitán, El Limón, Huejuquilla el Alto, Jalostotitlán, La Barca, Quitupan, San Juanito de Escobedo, Techaluta de Montenegro, debido a que no existen registros (Sánchez-Jácome y Guzmán-Dávalos 2011). También se debe hacer énfasis en la recolecta y estudio de los hongos microscópicos, como Chytridiomycota y Zygomycota, sin dejar de lado a los macroscópicos que, por su número a escala mundial, se espera que sean mucho más abundantes en el estado.

Referencias

Álvarez, I., y L. Guzmán-Dávalos. 1988. Nuevos registros de líquenes de Jalisco. *Revista Mexicana de Micología* 4:89-96.

—. 1993. Additions to the lichen flora from the state of Jalisco (Mexico). *Mycotaxon* 48:359-370.

Álvarez, I., C. Soto-Velazco y L. Guzmán-Dávalos. 1992. El liquen *Parmelia praesignis* Nyl. como alimento. *Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara* 1(3):197-204.

Ahti, T. 1977. Lichens of the boreal coniferous zone. En: *Lichen Ecology*. Seaward, M.R.D. (ed.). Academic Press, Londres.

Ahti, T. y L. Guzmán-Dávalos. 1998. *Cladonia jaliscana*, a new lichen species from Mexico. En: *Lichenographia Thomsoniana: North American Lichenology in Honor of John W. Thomson*. M.G. Glenn, R.C. Harris, R. Dirig y M.C. Cole (eds.). Mycotaxon Ltd., Ithaca, pp. 21-24.

Bautista-Hernández, S. y E. Aguirre-Acosta. 2004. Algunas especies de lepiotáceos de la estación de biología Chamela, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Micología* 18: 39-45.

Fierros, M.L. y L. Guzmán-Dávalos. 1995. Inventario preliminar de los hongos macroscópicos de la sierra de Quila, Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara* 3(1-3):129-142.

Gándara, E., L. Guzmán-Dávalos, G. Guzmán y O. Rodríguez. 2014. Inventario de micobiótico de la región de Tapalpa, Jalisco, México. *Acta Botanica Mexicana*: 165-185.

González, M.C. y T. Herrera. 1993. Micromicetes endopsamófilos de Barra de Navidad, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Micología* 9:19-33.

—. 1995. Micromicetes marinos lignícolas de la laguna costera de Barra de Navidad, estado de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Micología* 11:145-154.

Guzmán-Dávalos, L. 1992. Hongos macroscópicos de Jalisco. Logros y perspectivas. *Tiempos de Ciencia (Universidad de Guadalajara)* 27:55-59.

Guzmán-Dávalos, L. y P. Heinemann. 1994. *Micropsalliota subalpina* nov. sp. (Agaricaceae) from Mexico. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 63:195-199.

Guzmán, G. 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation* 7:369-384.

—. 2000. New species and new records of *Psilocybe* from Spain, the USA and Mexico and new case of poisoning by *Psilocybe barrerae*. *Documents Mycologiques* 29(116):41-52.

—. 2003. Actualización de la base de datos de hongos macroscópicos de Jalisco. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Bases de datos SNIB-CONABIO proyectos U013 y G013. México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

—. Guzmán-Mejía, R. y E. López-Zavala. 1987. Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Plan Operativo 1987. Universidad de Guadalajara.

Hawksworth, D.L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research* 95:641-655.

Herrera Fonseca, M., L. Guzmán-Dávalos y O. Rodríguez. 2002. Contribución al conocimiento de la micobiota de San Sebastián del Oeste, Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana* 58:19-50.

Hibbett, D.S. *et al.* 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research* 111:509-547.

Honegger, R. 2008. Morphogenesis. En: *Lichen Biology*. Nash III, T. H. (ed.). University Press, Cambridge. 2a ed.

Kirk, P.M., P.F. Cannon, D.W. Minter y J.A. Stalpers. 2008. Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi. CAB International, Wallingford. 10a ed.

Lado, C., M. Rodríguez-Palma y A. Estrada-Torres. 1999. Myxomycetes from a seasonal tropical forest on the pacific coast of Mexico. *Mycotaxon* 71:307-321.

Landeros, F. y L. Guzmán-Dávalos. 2013. Revisión del género Helvella (Ascomycota: Fungi) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* S3-S20, DOI: 10.7550/rmb.31308.

Nash III, T.H. 2008. Lichen sensitivity to air pollution. En: *Lichen Biology*. Nash III, T.H. (ed.). University Press, Cambridge. 2a ed.

Pirozynski, K.A. 1981. Interactions between fungi and plants through the ages. *Canadian Journal of Botany* 59:1824-1827.

Reynoso Dueñas, J.J., L. Hernández López, R. Ramírez Delgadillo, *et al.* 2006. Catálogo preliminar de la flora vascular y micobiota del municipio de San Sebastián del Oeste, Jalisco, México. *Ibugana* 14:51-91.

Rodríguez, O., M. Garza, y L. Guzmán-Dávalos. 1994. Inventario preliminar de los hongos del Volcán de Tequila, estado de Jalisco. *Revista Mexicana de Micología* 10:103-111.

Sánchez-Jácome, M.R. y L. Guzmán-Dávalos. 2011. Hongos citados de Jalisco, II. *Ibugana*: 16:25-60.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Programa de manejo. Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT, México.

—. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Seymour, F.A., P.D. Crittenden y P. S. Dyer. 2005. Sex in extremes: lichen-forming fungi. *Mycologist* 19:51-58.

Soto-Velazco, C., L. Guzmán-Dávalos y L. Villaseñor. 1991a. Substrates for cultivation of *Pleurotus* in Mexico, I. Tequila maguey bagasse (*Agave tequilana*). *Mushroom Journal of the Tropics* 11:29-33.

Soto-Velazco, C., L. Guzmán-Dávalos y C. Téllez. 1991b. Substrates for cultivation of *Pleurotus* in Mexico, II sugarcane bagasse and corn stover. *Mushroom Journal of the Tropics* 11:34-37.

Soto-Velazco, C., S. Fausto y L. Guzmán-Dávalos. 1995. Cultivation of the mushrooms *Lentinus boryanus* and L. *edodes* on a mixture of maguey tequilero bagasse and sugarcane bagasse. *The African Journal of Mycology and Biotechnology* 3(3): 115-120.

Soto-Velazco, C., M.C. López, E. Vázquez-Valls e I. Álvarez. 2002. Cultivation of *Ganoderma lucidum* and its effect on the production of lymphocites. En: *Proceedings of the Fourth International Conference. Mushroom Biology and Mushroom Products*. Sánchez, E., G. Huerta y E. Montiel (eds.). Cuernavaca, pp. 379-382.

Stewart, W. N. y G.W. Rothwell. 1993. *Paleobotany and the evolution of plants*. Cambridge University Press, Cambridge.

Tedersoo, L., T. W. May y M. E. Smith. 2010. Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: global diversity, distribution, and evolution of phylogenetic lineages. *Mycorrhiza* 20: 217-263.

Téllez, C., L. Guzmán-Dávalos y G. Guzmán. 1988. Contribución al conocimiento de los hongos de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Revista Mexicana de Micología* 4:123-130.

Torres-Torres, M.G., L. Ryvarden y L. Guzmán-Dávalos. 2015. *Ganoderma* subgenus *Ganoderma* in Mexico. *Revista Mexicana de Micología* 41:27-45.

Vázquez, S. L. y L. Guzmán-Dávalos. 1988. Algunas especies de hongos de la barranca de Huentitán, estado de Jalisco. *Revista Mexicana de Micología* 4:75-88.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Algas

Adrián Ricardo López González, Rosalba Mireya Hernández Herrera, Gabriela Velarde Diez de Bonilla y María del Refugio Mora Navarro

Descripción

Las algas son organismos que, por regla general, son de hábitos acuáticos, aunque pueden vivir en tierra asociados con hongos, con lo que forman líquenes. En cuanto a su forma, constituyen un grupo heterogéneo, ya que pueden ser simples células, colonias o filamentos, o llegar a ser organismos multicelulares que alcanzan tallas de hasta 50 m de longitud. Aunque llevan a cabo fotosíntesis, las algas se diferencian de las plantas superiores porque carecen de tejidos conductores, flores y frutos (Lee 2008). Están clasificadas en los siguientes grupos taxonómicos: azul-verde (Cyanophyta), euglenas (Euglenophyta), pardo-doradas (Xantophyta y Chrysophyta), diatomeas (Bacillariophyta), dinoflagelados (Dinophyta), rojas (Rhodophyta), cafés (Phaeophyta) y verdes (Chlorophyta).

De manera tradicional, las algas se han clasificado en microalgas, que forman parte del fitoplancton; y macroalgas, que están sujetas al fondo del mar, ríos o lagos, y son evidentes en los márgenes del litoral, en especial en las costas rocosas formando franjas de distintos colores y formas (Darley 1991).

Diversidad

Se han realizado estudios en diferentes localidades para conocer la diversidad de especies con las que cuenta el estado (cuadro 1; apéndice 4).

En cuanto a las microalgas de agua dulce, el lago de Chapala (figura 1) es el ambiente de agua dulce mejor estudiado y tiene la mayor

Cuadro 1. Sitios en donde se han realizado estudios acerca de la diversidad de algas.

Grupo	Sitio de estudio	Núm. de especies	Fuente
Microalgas de agua dulce	Lago de Chapala	226	Mora-Navarro *et al.* 2006
	Laguna de Zapotlán	97	Romo-Barajas *et al.* 2006
	Presa La Vega	66	Mercado-García *et al.* 2006
	Presa Elías González Chávez	125	Campos-Trujillo y Mora-Navarro 2006
	Río Caliente del bosque La Primavera	29	Zaragoza y Mora-Navarro 2006
Macroalgas marinas	Bahía de Navidad y Coastecomates	54	Águila-Ramírez *et al.* 1998
	Playitas, Rumorosa, Careyes, punta Pérula, Mezcales, isla Cocinas y playa Virgen	47	Flores-Pedroche y González-González 1981
	Zona sur de la bahía Tenacatita (Mora, Tamarindo, Majaguas y Palmito) y Careyitos	95	Hernández-Herrera *et al.* 2000 y Hernández-Herrera *et al.* 2005
	Bahía de Banderas	99	Serviere-Zaragoza *et al.* 1998
Microalgas marinas	Bahía de Navidad en Melaque	49	López-Martínez y Mora-Navarro 2006
	Bahía Chamela	157	Esqueda-Lara *et al.* 2006

Fuente: elaboración propia a partir de datos de las referencias indicadas.

López-González, A.R., R.M. Hernández-Herrera, G. Velarde-Diez de Bonilla y Ma. del R. Mora-Navarro. 2017. Algas. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 95-100.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Vista del lago de Chapala. Foto: Marco Aurelio Vargas López.

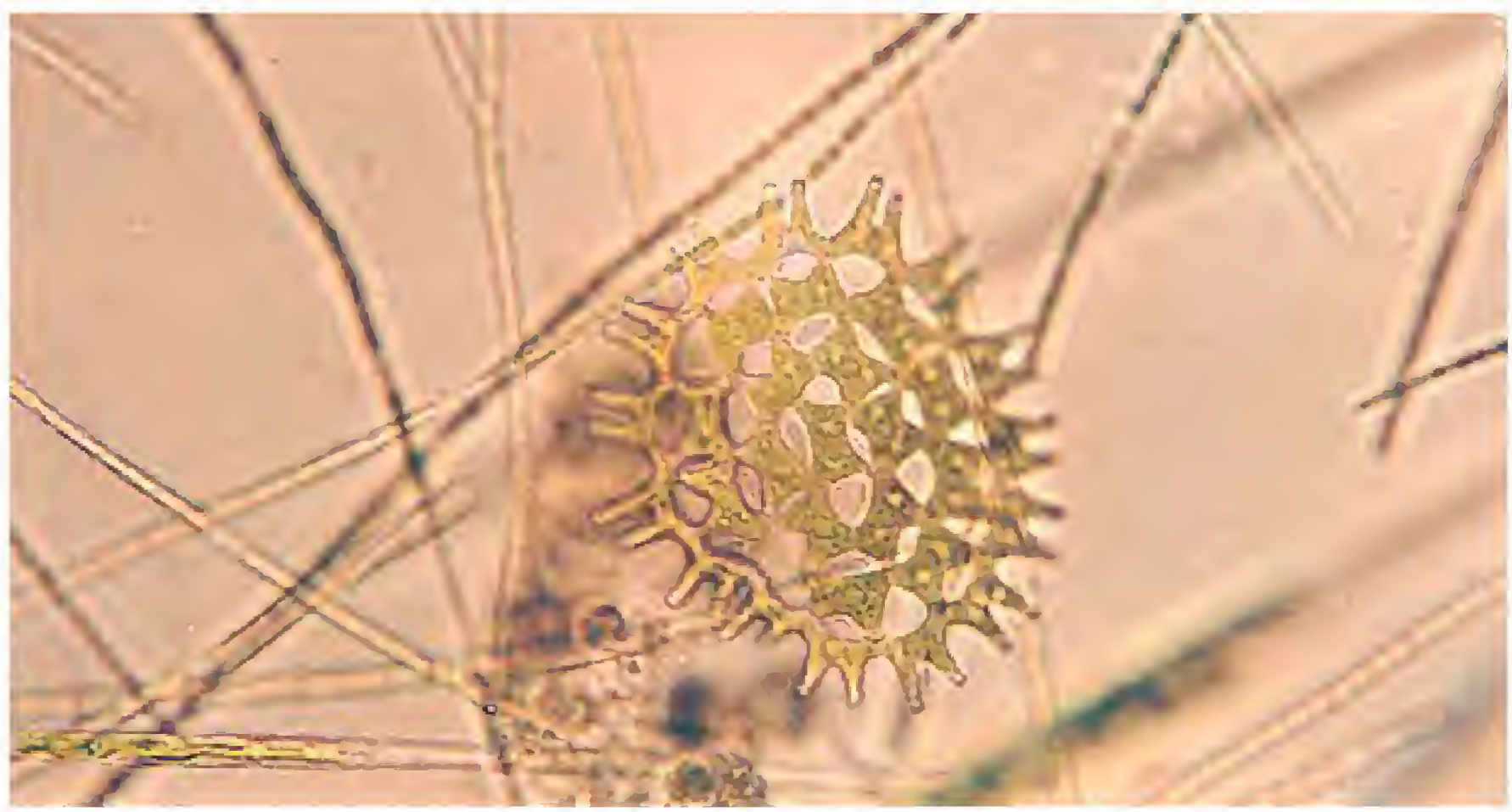


Figura 2. Fitoplancton de Chapala. Foto: María del Refugio Mora Navarro.

riqueza fitoplanctónica (figura 2; apéndice 5), presenta géneros importantes como *Anabaena*, que degrada la calidad del agua al reducir su transparencia, afectar su sabor y olor, remover el oxígeno de aguas profundas, alterar la composición y riqueza de las comunidades de peces y macrofitas sumergidas y producir compuestos tóxicos para la salud del hombre y los animales (Mora-Navarro *et al.* 2006).

Para el caso de microalgas marinas (apéndice 6), se han llevado a cabo estudios en la bahía de Navidad en Melaque (López-Martínez y Mora-Navarro 2005), y destacan la presencia del dinoflagelado *Gonyaulax*, el cual puede ocasionar mareas rojas tóxicas, y del alga azul-verde (*Oscillatoria*), que indica contaminación del medio y en la bahía Chamela, en donde se observó la ocurrencia de *Alexandrium catenella* y

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Gymnodinium catenatum, que usualmente crean colonias en forma de cadenas y producen toxinas (Esqueda-Lara *et al.* 2006).

Distribución

Las algas se distribuyen en todos los hábitats acuáticos, tanto marinos como de agua dulce de Jalisco; el tipo y cantidad de especies varía en función de los parámetros ambientales (cantidad de luz, temperatura del agua y del ambiente, salinidad, pH, corrientes y concentración de nitratos, fosfatos y silicatos, entre otros). En el caso de los lagos, presas y ríos, todas las especies corresponden a microalgas (Mora-Navarro *et al.* 2006, Romo-Barajas *et al.* 2006). Las macroalgas (apéndice 7) las encontramos en ambientes marinos (Flores-Pedroche y González-González 1981, Águila-Ramírez *et al.* 1998, Hernández-Herrera *et al.* 2000 y 2005).

Importancia ecológica, económica y cultural

Las algas poseen una gran importancia ecológica, ya que son autótrofas; es decir, crean su propio alimento mediante el proceso de fotosíntesis; de esta manera forman la biomasa, que es la base de todas las tramas tróficas de los ecosistemas acuáticos (Lee 2008). Además, al liberar oxígeno, producto de la fotosíntesis, proveen de este gas a los organismos acuáticos al tiempo que capturan el bióxido de carbono, por lo que funcionan como organismos fijadores. Esto contribuye, de manera significativa, en la reducción de este gas invernadero y, por consecuencia, en la disminución del impacto del cambio climático global.

Se han reportado tasas de fijación de dióxido de carbono de entre 250 y 496 mg/L/día en laboratorio para algunas especies de microalgas: *Dunaliella tertiolecta*, *Chlorella vulgaris*, *Spirulina platensis* y *Botryococcus braunii* (Sydney *et al.* 2010).

La producción primaria (biomasa algal) de los lagos se ha medido en 500 g/m^2/año de biomasa, mientras que en zonas costeras ha sido de entre 1 800 y 2 000 g/m^2/año, y en el océano abierto de 127 g/m^2/año. Comparado con la producción de ecosistemas terrestres, como la selva tropical (el más productivo), que es de 2 000 g/m^2/año, y al considerar la extensión del océano abierto comparada con la extensión de las selvas tropicales, el océano abierto presenta más producción de biomasa mundial que se traduce en fijación de carbono (Smith y Smith 2001).

De manera particular las algas pardo-doradas y las diatomeas tienen la capacidad de formar Dimetil-sulfato (DMS), que es un compuesto indispensable en la formación de nubes, por lo que participan en la regulación del clima del planeta. Por su parte, los dinoflagelados pueden ocasionar mareas rojas debido a su abundancia, por lo que también llegan a ser tóxicos para ostiones, camarones, pulpos y peces, ocasionando su muerte, y si estos son consumidos por el humano pueden causarle enfermedades debido a las toxinas que producen. No se tiene información de las pérdidas económicas en el estado ocasionadas por este fenómeno, pero en los últimos 25 años se reportan 500 envenenamientos y 200 muertes de personas en el litoral mexicano y numerosos casos de mortandades masivas de peces, aves marinas, mamíferos marinos, tortugas, etc. (Ochoa 2003). En Jalisco, y principalmente en bahía de Banderas, se han reportado algunos florecimientos: en el año 2001 creció el *Cochldinium catenatum* dinoflagelado tóxico para peces (Cortés-Lara 2002a), en el 2002 un florecimiento de *Mesodinium rubrum* que, aunque no presenta riesgo para la salud humana, puede ocasionar muerte de peces (Cortés-Lara 2002b), y en 2004 un florecimiento de *Alexandrium* sp., que es un dinoflagelado tóxico (Cortés-Lara 2005).

Este grupo también posee un valor estético, recreativo y cultural. En las costas rocosas, en especial las de la Costalegre, es común ver franjas de distintos colores formadas por las macroalgas verdes, cafés y rojas, que son apreciadas por el turismo; además, algunas algas rojas coralinas de los géneros *Amphiroa*, *Corallina*, *Jania* y *Lithophyllum* forman parte de arrecifes submarinos

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

en Tenacatita y en la zona de los arcos en bahía de Banderas, también son importantes para el buceo recreativo.

En los últimos años se han utilizado algas pardas, como *Padina* y *Sargassum*, en la aplicación de tratamientos en spa de Guadalajara y Puerto Vallarta, que influye en la cultura de habitantes y visitantes.

Situación y estado de conservación

En Jalisco no existen estudios que permitan evaluar el estado de conservación de las poblaciones de algas dulceacuícolas y marinas. Se cuenta con algunas investigaciones acerca de la ecología de las poblaciones de algas, como el de Águila-Ramírez *et al*. 1998, quienes reportaron las especies de algas marinas de la costa sur del estado y su abundancia respecto a la época del año, pero no hay datos de la situación actual, por lo que es necesario desarrollar proyectos a largo plazo que indiquen la situación de dichas poblaciones y, con base a ello, establecer medidas de protección para las especies que lo requieran.

Principales amenazas

Las algas son susceptibles a los cambios del medio acuático. Las descargas de contaminantes, especialmente de metales pesados, a los ríos, lagos, lagunas, presas y mar dañan la dinámica del fitoplancton y de las macroalgas, alteran los ecosistemas y ocasionan la muerte de las algas, lo que llega a terminar con la base de las redes tróficas acuáticas. Además, la eutrofización (enriquecimiento de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo) de los cuerpos de agua facilitan el florecimiento de algunas especies de algas, tal es el caso de *Anabaena* sp. cuyo incremento se relaciona con la disminución en la calidad de agua y el aumento de la contaminación en el lago de Chapala (Guzmán-Arroyo *et al*. 2000, Mora-Navarro *et al*. 2004), las cuales también pueden ser nocivas para la salud y pesquerías (Wetzel 2001).

La destrucción o la alteración de las zonas costeras pueden ocasionar cambios en la composición, estructura y dinámica de las poblaciones y comunidades de las macroalgas que en ellos habitan, lo que afecta a todo el ecosistema, ya que se pierden zonas de protección y alimentación de invertebrados, moluscos y peces. En las zonas arrecifales de Tenacatita y los arcos de bahía de Banderas se debe tener cuidado especial en las actividades de buceo deportivo, ya que pueden dañar estos ambientes, en donde hay macroalgas submareales, en especial algas rojas coralinas, que son muy importantes en la formación de arrecifes de coral (Flores-Pedroche y González-González 1981, Hernández-Herrera *et al*. 2000).

Oportunidades

En otras partes del mundo, las algas son utilizadas como alimento tanto humano como de ganado. El alga azul-verde *Spirulina* sp. se ha consumido desde tiempo de los aztecas y, en los últimos años, se ha cultivado para obtener complementos alimenticios altos en fibra, antioxidantes y clorofila. Otra especie consumida es la lechuga de mar (*Ulva* sp.) mientras que *Sargassum* sp. se aprovecha como forraje para ganado, ya sea en forma directa o en harina. Ninguna de estas algas se explota en el estado (Darley 1991).

En cuanto a las algas rojas (*Gelidium* sp., *Gigartina* sp. y *Gracilaria* sp.) son fuente de geles, como el agar, el alginato o la carragenina, empleadas en la industria alimenticia y cosmetológica. En Jalisco estas algas no se explotan industrialmente. Las algas son útiles porque, al ser analizadas, indican la calidad ambiental de los sistemas acuáticos, ya que las cianobacterias y euglenas abundan en aguas enriquecidas con nitrógeno; *Ulva*, *Enteromorpha* y *Gracilaria* pueden acumular metales pesados como arsénico, cobre, zinc, plomo, manganeso, cromo, cobalto y níquel. Por otro lado, algunas microalgas verdes, como *Chlorella* y *Scenedesmus*, son útiles en algunos procesos para purificar aguas residuales, aunque en el estado no se tienen datos de esta utilización. Estos usos pueden ser una fuente económica para la entidad, por lo que se consideran fuentes de oportunidad.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Recomendaciones

- Considerar el saneamiento de todos los cauces del estado, en especial los que desembocan directamente en los cuerpos de agua (principalmente en Chapala), dada su importancia para todo el país.
- Manejar y gestionar de manera integral las áreas naturales protegidas para asegurar la conservación de los cuerpos de agua que sustentan a las comunidades no sólo de fitoplancton y macroalgas, sino de todos los organismos que dependen de éstos.
- Otro instrumento que contribuye a conservar las algas son los sitios Ramsar, ya que es un tratado intergubernamental en que México es signatario y el cual busca la conservación, restauración y el uso racional de los ecosistemas de humedales, en los que se encuentran las comunidades fitoplanctónicas.
- Los desarrollos turísticos proyectados en bahía de Banderas como en Costalegre deben contemplar acciones de protección de las costas para contribuir a la salud de los ecosistemas y, por ende, a conservar las algas del lugar.
- Monitorear el fitoplancton en la zona costera para determinar la calidad del agua de mar y del ambiente, y así evitar posibles daños a las pesquerías de la región, así como al turismo.

Referencias

Águila-Ramírez, N., A. Gaspar, I. Enciso-Padilla y M.R. Mora-Navarro. 1998. Algas marinas de la costa sur de Jalisco. *Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara* 5(1-3):507-514.

Campos-Trujillo, S. y M.R. Mora-Navarro. 2006. Fitoplancton de la presa Elías González Chávez (periodo 1993-1994), Jalisco, México. En: *Algas del occidente de México: florística y ecología*. M.R. Mora-Navarro, J.A. Vázquez-García, Y.L. Vargas-Rodríguez y R.M. Hernández-Herrera (eds.). Universidad de Guadalajara (CUCBA)/Fundación Gonzalo Río Arronte y Sociedad Ficológica de México. Guadalajara, pp. 57-66.

Cortés-Lara, M.C. 2002a. Informe del fenómeno de marea roja en bahía de Banderas Jalisco-Nayarit, octubre-noviembre de 2001. *Revista Biomédica* 13(1):73-75.

—. 2002b. Primer registro de marea roja del 2002. Bahía de Banderas Jalisco-Nayarit (enero 2002). *Revista Biomédica* 13(3):229-230.

—. 2005. Florecimiento primaveral de *Alexandrium* sp. Halim, en aguas costeras de bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. *Revista Biomédica* 16(2):147-149.

Darley, W.M. 1991. *Biología de las algas, enfoque fisiológico*. Limusa.

Esqueda-Lara, K., D.U. Hernández-Becerril y E.G. Robles-Jarero. 2006. Dinoflagelados planctónicos de red de las costas de Jalisco y Colima (2001-2002). En: *Algas del occidente de México: florística y ecología*. M. R., Mora-Navarro, J.A. Vázquez-García, Y.L. Vargas-Rodríguez y R.M. Hernández-Herrera (eds.). Universidad de Guadalajara (CUCBA), Fundación Gonzalo Río Arronte y Sociedad Ficológica de México. Guadalajara, pp. 205-214.

Flores-Pedroche, F. y J. González-González. 1981. Lista florística preliminar de las algas marinas de la región sur de la costa de Jalisco, México. *Phycologia Latino-americana* 1:60-72.

Guzmán-Arroyo, M., M.R. Mora-Navarro, E.G. Robles-Jarero y J. G. Michel-Parra. 2000. El alga *Anbaena* sp. en el lago de Chapala: un problema de calidad del agua. En: *Chapala en crisis*. Valdez-Zepeda A., M. Guzmán-Arroyo y S. Peniche-Campos (eds). 2000. Universidad de Guadalajara, México, pp. 145-155.

Hernández-Herrera, R.M., I. Enciso-Padilla, A.R. López-González y M. R. Mora-Navarro. 2000. Comunidades de macroalgas en ambientes intermareales del sureste de Bahía Tenacatita, Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara* 8(1-2):111-126.

Hernández-Herrera, R.M., S.E. Ibarra-Obando y M.R. Mora-Navarro. 2005. Macroalgae community structure in southern coast of Jalisco, Mexico. *Scientia CUCBA* 7(2):139-154.

Lee, R.E. 2008. *Phycology*. Fourth edition. Cambridge University Press.

López-Martínez, J.C. y M.R. Mora-Navarro. 2006. Microalgas: una aproximación a la composición y abundancia del fitoplancton en la bahía de Melaque. En: *Algas del occidente de México: florística y ecología*. M.R. Mora-Navarro, J.A. Vázquez-García, Y.L. Vargas-Rodríguez y R.M. Hernández-Herrera (eds.). Universidad de Guadalajara (CUCBA), Fundación Gonzalo Río Arronte y Sociedad Ficológica de México. Guadalajara, Jalisco, pp. 198-204.

Mercado-García, Y.M., L.A. García-Madrid y M.A. Mora-Navarro. 2006. Listado del fitoplancton de la presa de La Vega, Jalisco, México. En: *Algas del occidente de México: florística y ecología*. M.R. Mora-Navarro, J.A. Vázquez-García, Y.L. Vargas-Rodríguez y R.M. Hernández-Herrera

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

(eds.). Universidad de Guadalajara (CUCBA)/Fundación Gonzalo Río Arronte y Sociedad Ficológica de México. Guadalajara, pp. 50-56.

Mora-Navarro, M.R., J.A Vázquez-García y Y.L. Vargas-Rodríguez. 2004. Ordenación de comunidades de fitoplancton en el lago de Chapala, Jalisco-Michoacán. México. *Hidrobiológica* 14:91-103.

Mora-Navarro, M.R., J.A. Vázquez-García, M. Guzmán-Arroyo, *et al.* 2006. Fitoplancton del lago de Chapala, Jalisco-Michoacán. En: *Algas del occidente de México: florística y ecología*. M.R., Mora-Navarro, J.A. Vázquez-García, Y. L. Vargas-Rodríguez y R.M. Hernández-Herrera (eds.). Universidad de Guadalajara (CUCBA), Fundación Gonzalo Río Arronte y Sociedad Ficológica de México. Guadalajara, pp. 8-29.

Ochoa, J.L. 2003. ENSO phenomenon and toxic red tides in Mexico. *Geofísica internacional* 42(3):505-515.

Romo-Barajas, M., M. E. Velasco-Navarro, M. R. Mora-Navarro y J. Mora-Galindo. 2006. Microalgas de la laguna de Zapotlán, Jalisco, México. En: *Algas del occidente de México: florística y ecología*. M.R., Mora-Navarro, J.A. Vázquez-García, Y.L. Vargas-Rodríguez y R.M. Hernández-Herrera (eds.). Universidad de Guadalajara (CUCBA), Fundación Gonzalo Río Arronte y Sociedad Ficológica de México. Guadalajara, pp. 30-41.

Serviere-Zaragoza, E., S. Castillo-Arguero y J. González-González. 1998. Descripción ficológica de los ambientes de la región de bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. *Boletín IBUG Universidad de Guadalajara*. 5(1-3):157-180.

Smith, R.L. y T.M. Smith. 2001. *Ecología*. 4a. Edición. Pearson Education Madrid.

Sydney, E.B., W. Stum, J.C. de Carvalho, *et al.* 2010. Potential carbon dioxide fixation by industrially important microalgae. *Bioresource Technology* 101(15):5892-5896.

Wetzel, R. G. 2001. Limnology, lake and river ecosystems. Elsevier Academic Press.

Zaragoza M.A. y M.R. Mora-Navarro. 2006. Cianofitas del río Caliente del bosque La Primavera, Jalisco, México. En: *Algas del occidente de México: florística y ecología*. M. R., Mora-Navarro, J.A. Vázquez-García, Y.L. Vargas-Rodríguez y R. M. Hernández-Herrera (eds.). Universidad de Guadalajara (CUCBA), Fundación Gonzalo Río Arronte y Sociedad Ficológica de México. Guadalajara, pp. 42-49.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Musgos (Briophyta)

María Elizabeth del Carmen Ramírez Medina

Descripción

Las briofitas o musgos son el segundo grupo más importante de plantas verdes y los primeros organismos que poseen las características de las plantas verdaderas, es decir, la retención y maduración del embrión dentro de la misma (Delgadillo y Cárdenas 1990). Son pequeñas, van de pocos milímetros a escasos centímetros, aunque existen excepciones en Oaxaca o Veracruz, donde pueden alcanzar 30 cm de alto. Son organismos fotosintéticos, no presentan flores ni fruto, tampoco desarrollan sistemas conductores de nutrientes y agua; sin embargo, absorben agua casi por cualquier parte de su cuerpo debido a su pequeño tamaño. Existen especies que presentan agrupaciones de células conductoras, posibles antecesoras de los sistemas de traslado de agua y nutrientes que se encuentran en plantas con flores y frutos. Su ciclo de vida en alternancia de generaciones[1] incluye dos fases: el gametofito y el esporofito. Cada una tiene atributos morfológicos y biológicos que señalan a las briofitas como un grupo excepcional y muy importante en la evolución del reino vegetal. En algunas ocasiones, estas plantas se reproducen de manera asexual por fragmentación del talo, o de manera sexual por la producción de esporas.

Diversidad

Las briofitas o musgos fueron las primeras plantas colonizadoras que aparecieron en el ambiente terrestre, con cerca de 20 mil especies a escala mundial (Shaw 2000). De acuerdo con Gradstein y colaboradores (2001), tradicionalmente se les divide en tres categorías que presentan dos formas: talosas[2] y foliosas.[3]

- Anthocerotes (*Anthocerophyta*). Se conocen aproximadamente 100 especies en el mundo y suelen ser gregarios (figura 1).
- Hepáticas (*Marchantiophyta*). Existen de 6 500 a 7 000 especies (figuras 2-4).
- Musgos (*Bryophyta*). Son el grupo más numeroso y el más diverso, con 12 800 especies a escala mundial. Se separan entre sí por diferencias en su morfología (figura 5-7).

En la entidad, se reportan 16 órdenes con 47 familias, 129 géneros, 213 especies y 24 categorías infraespecíficas (un total de 225 taxones), lo que corresponde a 1.76% de la diversidad a escala mundial (apéndice 8).

Distribución

Estas plantas habitan desde el nivel del mar hasta elevaciones de 4 000 msnm en ambientes muy variados, ya sea en las selvas o en los desiertos, pero su vida siempre está íntimamente ligada al agua en estado líquido. Pueden encontrarse en diferentes sustratos, como madera en descomposición, suelo, hojas o cantiles de rocas. Algunos crecen en condiciones sombrías y otros expues-

[1] Alternancia de una fase sexual productora de gametos con una fase productora de meiosporas. En briofitas corresponde a la alternancia de generación haploide (gametofito) con otra diploide (esporofito).
[2] Forma más o menos aplanada, no diferenciado en tallos y hojas.
[3] Forma de hojas.

Ramírez-Medina, M.E. del C. 2017. Musgos (Briophyta). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 101-106.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

tos a la luz directa, en sitios húmedos o xerófitos (Scagel *et al.* 1983). Sus hábitats pueden ser lignícola (madera), rupícola (roca) o terrestre (suelo); algunos se desarrollan en ambientes acuáticos y otros en zonas áridas (Delgadillo y Cárdenas 1990).

Las briofitas se encuentran en la mayoría de los bosques del estado, son más frecuentes en el bosque tropical subcaducifolio y en bosques de pino, donde las hay de forma terrestre. En el bosque tropical caducifolio y en el bosque de encino se les encuentra terrestres y, en menor proporción, epífitos (cuando crece sobre otras plantas sin ser parásitas). También es común observarlas en los bordes de arroyos de temporal y en algunos sitios donde quedan remanentes de agua de lluvia, así como en el cauce de los ríos.

Importancia ecológica, económica y cultural

Muchas briofitas son pioneras importantes. Colonizan y modifican sustratos para acumular materia orgánica y sales minerales (figura 8), brindan protección al suelo, toleran épocas de sequía y actúan como reservorios de agua. Esto puede presentarse en sitios expuestos, como superficies desnudas de rocas, terrenos o cortezas de árboles (Scagel *et al.* 1983, Longton 1984, Churchill y Linares 1995), lo que origina condiciones favorables para la colonización de diversas semillas de plantas vasculares, como helechos, piperáceas, lentibulariáceas, bromeliáceas y orquídeas que germinan en los céspedes que forman debido a que retienen agua (Scagel *et al.* 1983, Longton 1984); a su vez esto otorga refugio a pequeños artrópodos y microorganismos cuyo ciclo de vida depende de los microambientes de las briofitas (Longton 1984).

Figura 1. Parte del gametofito[4] y los esporofitos[5] de un anthocerote que en su porte columnar aún no libera las esporas. Foto: Oscar Reyna-Bustos.

[4] Gametofito: planta productora de gametos. Generación haploide sexual; en briofitas generación dominante, plantas talosas o foliosas generalmente portadoras de anteridios y arquegonios.

[5] Esporofito: generación productora de esporas, se inicia con la fertilización del huevo, permanece unido al gametofito y depende parcialmente de él. En su forma típica consiste de pie, seta y cápsula.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Gametofito taloso y vegetativo. Foto: Elizabeth Ramírez Medina.

Figura 3. Gametofito taloso y receptáculos especiales (tono verde-amarillo) dentro de los cuales se desarrollan los esporofitos. Foto: Elizabeth Ramírez Medina.

Figura 4. Gametofito folioso y numerosos esporofitos con las cápsulas abiertas, a la izquierda se observa una cápsula oscura que aún no libera las esporas. Foto: Elizabeth Ramírez Medina.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

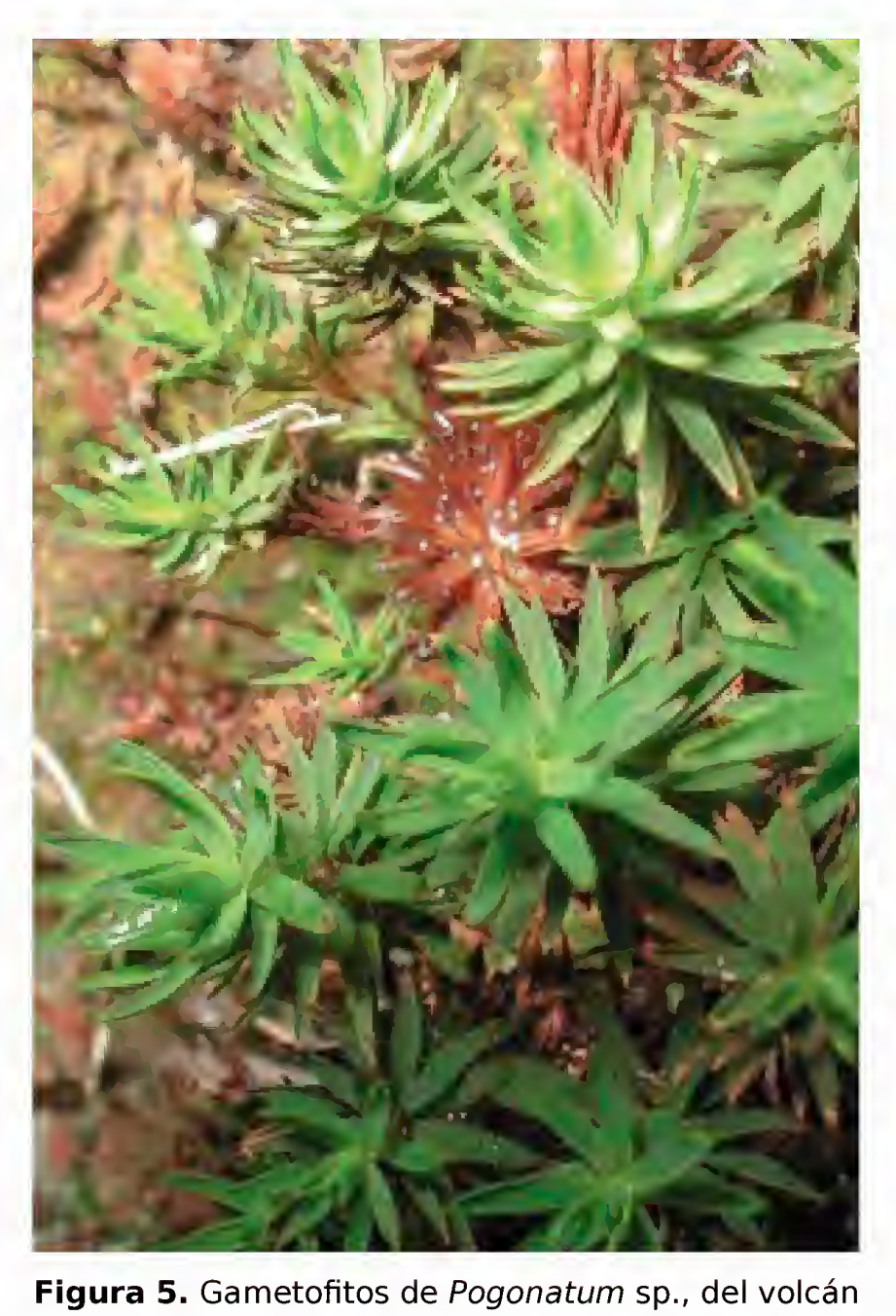


Figura 5. Gametofitos de *Pogonatum* sp., del volcán Tequila, Jalisco. Foto: Elizabeth Ramírez Medina.

Figura 6. Gametofitos de *Meteorium teres* creciendo en hábitats del volcán Tequila, Jalisco. Foto: Elizabeth Ramírez Medina.

El uso de las briofitas se encuentra limitado a ciertos grupos humanos o regiones geográficas (Delgadillo y Cárdenas 1990); por ejemplo, en la región noreste del Himalaya, algunas especies son consideradas medicinales, y otras se utilizan como repelentes de insectos, material para embalaje, filtradores de humo y como relleno para almohadas y colchones (Pant y Tewari 1989). En América destaca su uso ornamental y aprovechamiento como indicadores de contaminación de suelo, del agua y del aire (Delgadillo y Cárdenas 1990).

En México se evalúa la contaminación de la atmósfera utilizando musgos epífitos, debido a su sensibilidad al dióxido de azufre, ozono, metales pesados y fluoruros (Durán *et al.*1992). También se ha encontrado que producen compuestos químicos, algunos de los cuales tienen efectos antibióticos sobre microorganismos (Delgadillo y Cárdenas 1990). También existen pobladores de algunas regiones que los comercializan en las épocas navideñas (Gómez 2001). A pesar de la variedad de usos, en Jalisco no se utilizan a los musgos con estos fines, por lo que pudieran representar una oportunidad económica y cultural para la entidad.

Principales amenazas

Las amenazas más frecuentes son la tala inmoderada de los bosques, los incendios y la extracción de la división Bryophyta (musgos) para la comercialización navideña, aunque no se tienen estudios que refieran el lugar de procedencia de este material. La contaminación de ríos, arroyos y suelos, o el cambio de uso de este último afectan las poblaciones de las briofitas; además, el desconocimiento de estos organismos y su diminuto tamaño provoca que se les considere de poca o ninguna importancia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 7. Esporofitos de *Funnaria*. Foto: Elizabeth Ramírez Medina.

Figura 8. Tronco de árbol colonizado por diferentes especies de briofitas. Foto: Elizabeth Ramírez Medina.

Conclusión y recomendaciones

No existe información acerca de las especies de briofitas que se distribuyen en el estado debido a que se les considera como un grupo de poca importancia. Es necesario realizar estudios para conocer la diversidad de briofitas, y el uso económico y cultural que se les da; ya que, por ejemplo, se sabe que se vende musgo en la época navideña, pero se desconoce su lugar de procedencia y cantidad de extracción.

Las briofitas crecen en bosques y en sitios húmedos, por lo tanto es necesario conservar los ecosistemas en los que se desarrollan mediante las siguientes acciones:

- Prevenir incendios que afectan al estrato arbóreo, a los suelos y a los cauces de arroyos y ríos.
- Reducir la tala de árboles que son colonizados por estas especies.
- Reducir la contaminación de las zonas de arroyo de temporal que, en muchas ocasiones, son utilizados como basureros u otras fuentes de modificaciones ambientales.
- Reducir el uso de fertilizantes, pesticidas y la generación de basura, ya que afectan a los suelos e impiden el desarrollo de las briofitas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Churchill, S.P. y E.L. Linares. 1995. *Prodomus Bryologiae Novo Granatensis. Introducción a la flora de musgos de Colombia*. Biblioteca José Jerónimo Triana. Tomo I. Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Delgadillo, C. y A. Cárdenas S. 1990. Manual de briofitas. Cuadernos 8. México. Instituto de Biología, UNAM.

Durán, A., E. Cisneros y A. Vargas. 1992. Evaluación briológica de los efectos de la contaminación atmosférica en la Ciudad de México. *Tropical Bryology* 6:71-82.

Gómez, P., M. 2001. Comercial bryophyte harvesting in the monarca butterfly biosphere reserve, Sierra Chincua, Michoacán, Mexico. *The Bryologist* 104 (4):517-521.

Gradstein, S.R., S.P. Churchill y N. Salazar-Allen. 2001. Guide to the bryophytes of tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 86:1-573.

Longton, R.E. 1984. The role of bryophytes in terrestrial ecosystmes. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 53:147-163.

Pant, G. y S.D. Tewari. 1989. Various human uses of Bryophytes in the Kumaun region of northwest Himalaya. *The Bryologist* 92 (1):120-122.

Scagel, R.F., R.J. Bandoni, G. E. Rouse, *et al.* 1983. *El reino vegetal, los grupos de plantas y sus relaciones evolutivas*. Ediciones Omega, Barcelona.

Shaw, A. y B. Goffinet. 2000. *Bryophyte Biology*. Cambridge University Press.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Helechos y plantas afines (Pteridophyta)

Martha Cedano Maldonado

Descripción

Se considera a las Pteridophyta (del griego *pteridos*, helecho; y *phyton*, planta) como unas de las plantas terrestres más antiguas por ser de las primeras que se adaptaron a vivir fuera del agua, aunque hasta nuestros días dependen de ella para reproducirse. Los más conocidos son los helechos, también se incluye a los psilotos, licopodios, selaginelas, isoetes y colas de caballo (McVaugh 1992).

Los psilotos (familia Psilotaceae) son las plantas más simples, presentan un tallo ramificado que siempre termina en dos ramas, sin hojas ni raíces (figura 1) y crecen en bosques tropicales.

Los licopodios y selaginelas crecen en bosques templados y tropicales; muestran tallos horizontales, algunos subterráneos, de los cuales emergen ramas erguidas o postradas de 10 a 20 cm de largo, presentan hojas pequeñas y duras que crecen en espiral y son parecidas a las de los musgos (figuras 2 y 3). Los isoetes se desarrollan en zonas inundadas con tallos muy reducidos cubiertos por hojas alargadas parecidas a las de una cebolla (figura 4).

Las colas de caballo crecen en áreas húmedas de los bosques templados y tropicales. Exhiben tallos que van de 1 a 5 m de altura, se caracterizan por la presencia de pequeños pliegues y articulaciones en las que se pueden presentar unas hojas diminutas

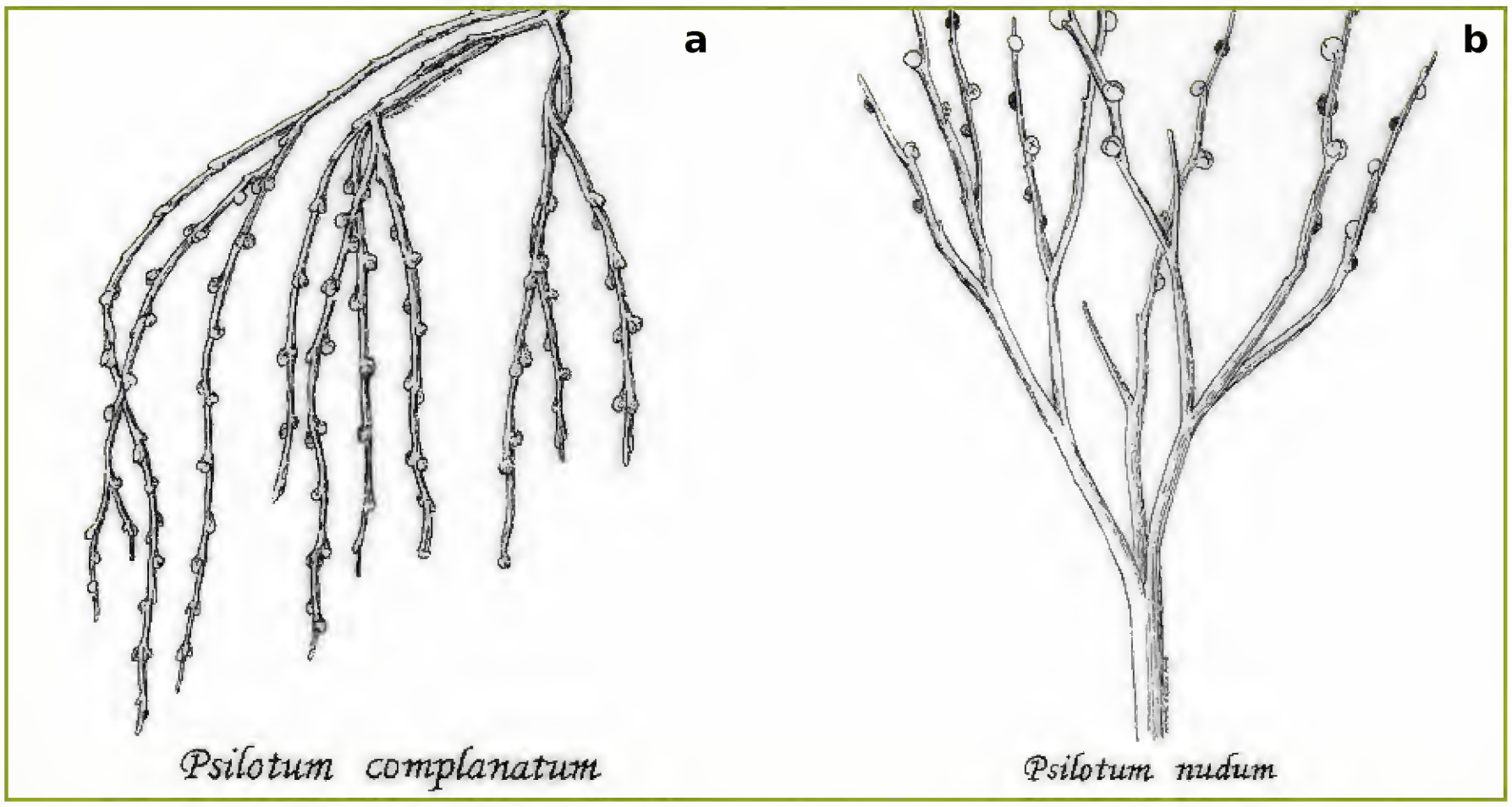


Figura 1. Psilotos comúnmente conocidos como helechos espárragos, a) *Psilotum complanatum* es una especie amenazada y b) *Psilotum nudum*; ambos presentes en la entidad. Dibujos: Manuel Alberto Rosado Luna / Banco de imágenes CONABIO.

Cedano Maldonado, M. 2017. Helechos y plantas afines (Pteridophyta). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II*. CONABIO. México, pp. 107-112.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

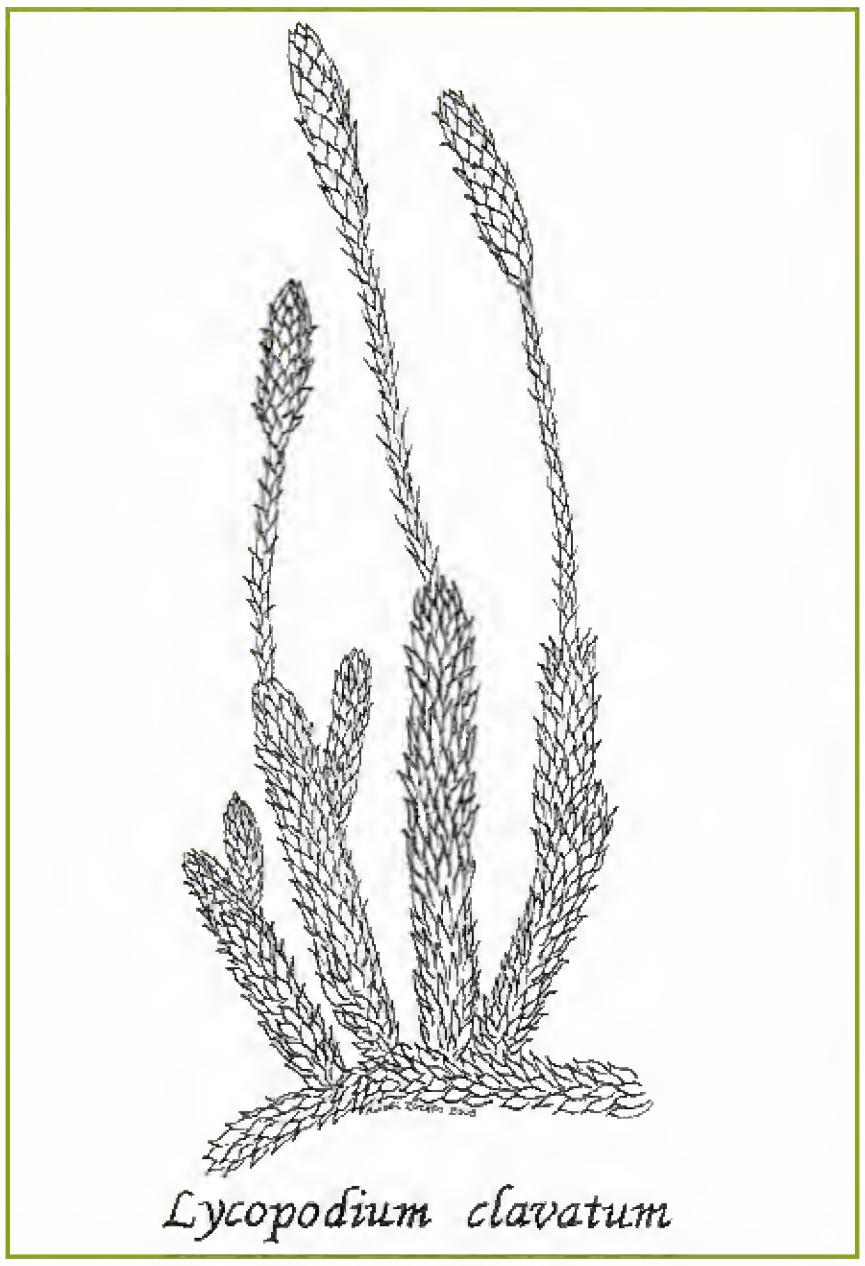


Figura 2. Licopodio conocido como cuerno de venado (*Lycopodium clavatum*). Dibujo: Manuel Alberto Rosado Luna / Banco de imágenes CONABIO.

Figura 3. Licopodio conocido como doradilla (*Selaginella lepidophylla*). Foto: Carlos Gerardo Velazco Macías / Banco de Imágenes CONABIO.

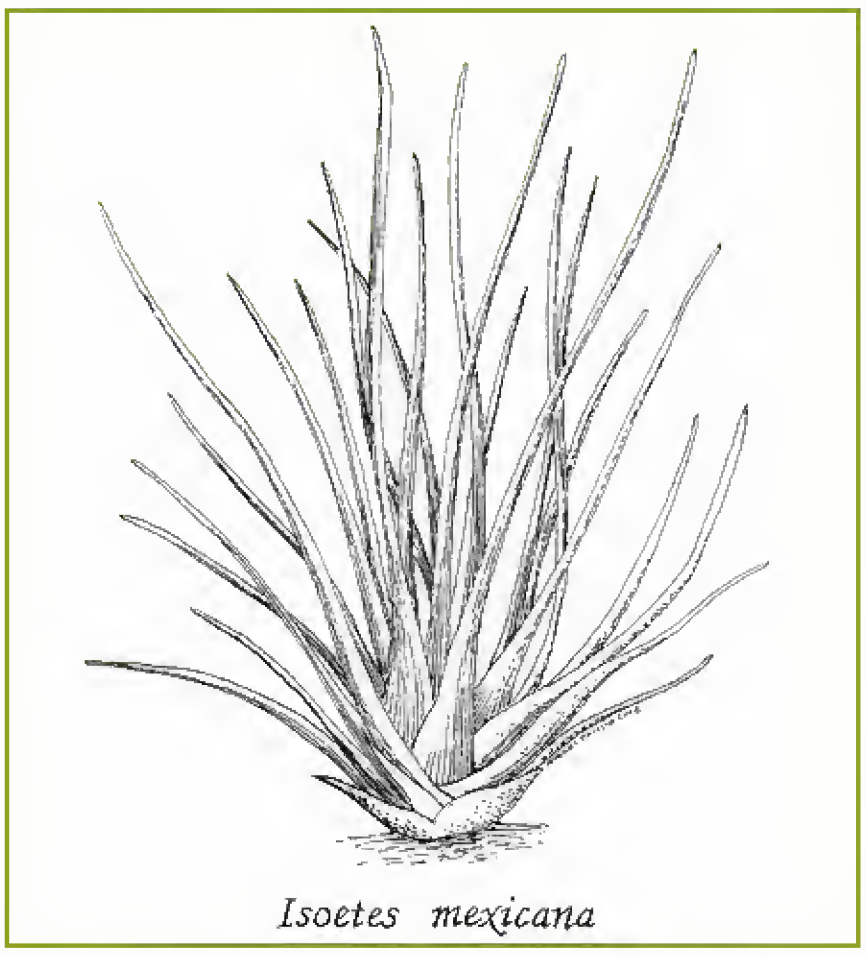


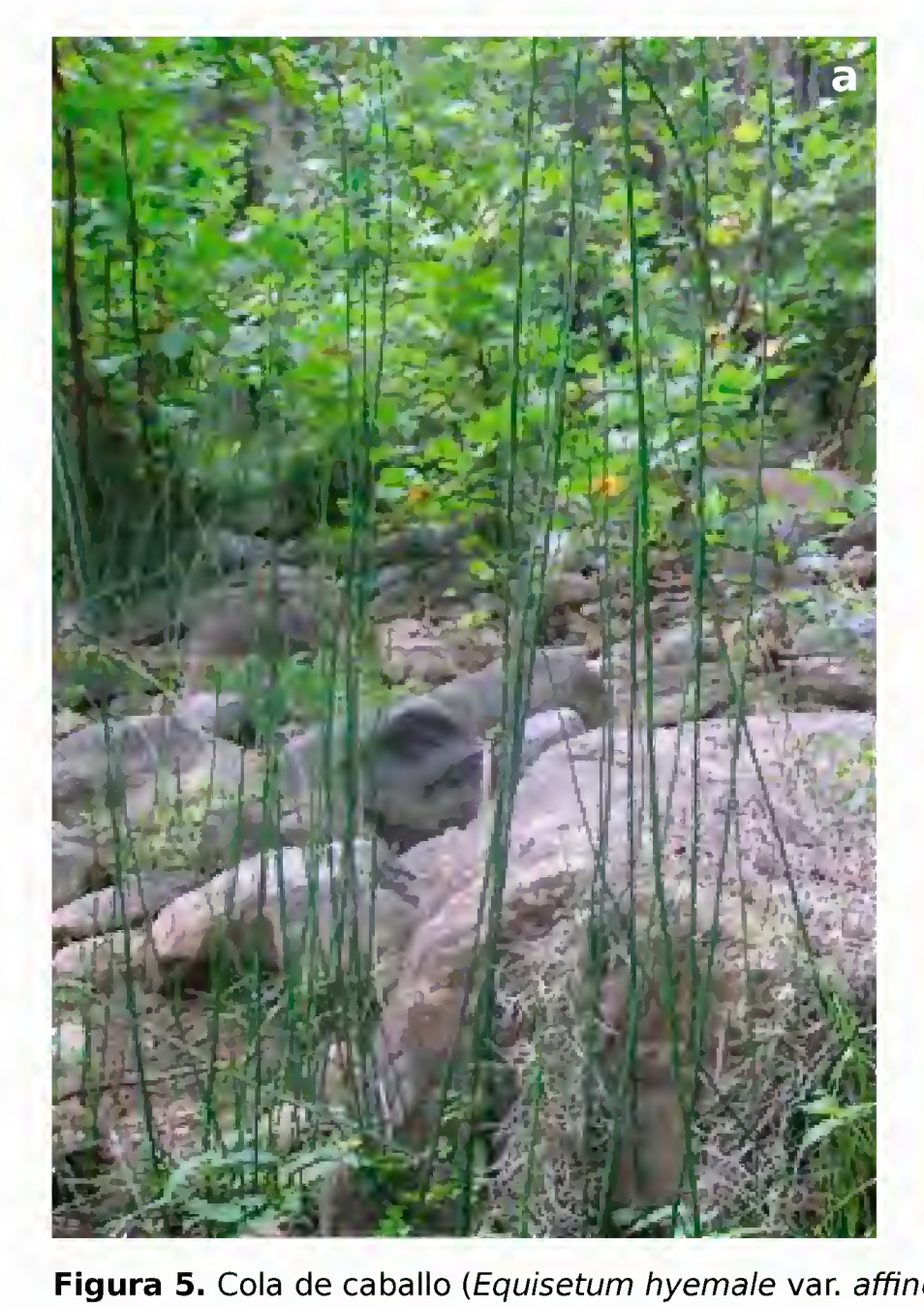
Figura 4. Isoete (*Isoetes mexicana*). Dibujo: Manuel Alberto Rosado Luna / Banco de imágenes CONABIO.

en forma de escamas; en algunas especies se desarrollan pequeñas ramas o ramificaciones (figura 5).

Los helechos crecen en una gran variedad de ambientes. Se distinguen con facilidad de las anteriores por sus hojas conocidas como frondes, que tienen venas ramificadas. Cada fronde proviene de un tallo horizontal subterráneo llamado rizoma, que además almacena alimento; del rizoma crecen pequeñas raíces llamadas adventicias, que anclan la planta y absorben agua y minerales. Muchas especies de helechos pierden sus hojas al terminar la temporada de crecimiento, sus rizomas y raíces permanecen enterrados en la tierra durante todo el invierno, pero en la primavera se producen nuevas frondes (Jones 1987).

Es muy primitiva la estructura interna de las Pteridophyta (haces vasculares y tejidos), por ello no alcanzan grandes tallas, a excepción de algunos

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



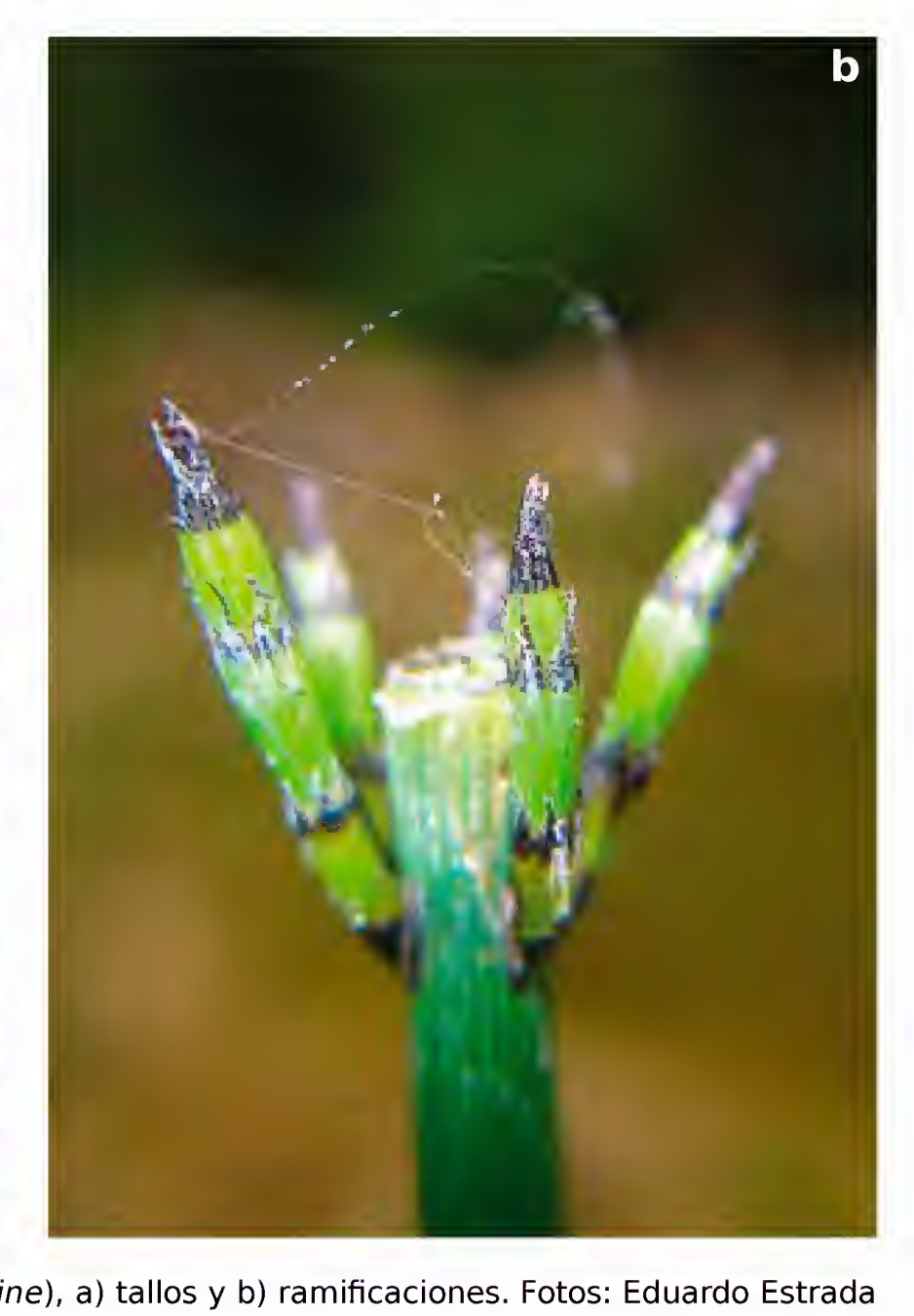


Figura 5. Cola de caballo (*Equisetum hyemale* var. *affine*), a) tallos y b) ramificaciones. Fotos: Eduardo Estrada Castillón / Banco de imágenes CONABIO.

helechos arborescentes. No presentan flores ni semillas, ya que emplean las esporas como mecanismo de dispersión.

Las pteridofitas tienen dos formas de vida con sus respectivas variantes: la herbácea (más común) -con individuos que pueden crecer en la tierra, sobre plantas (epifitos), en rocas (rupícolas), en el agua (acuáticos) o en suelos inundados temporalmente (palustres)- y la arborescente (parecido a un árbol) (figura 6).

Diversidad

La pteridoflora de Jalisco se califica como una de las más ricas y diversas del país. Tiene una riqueza biológica de 250 especies (252 taxones), 68 géneros, 27 familias en una solo división (apéndice 9), equivale a 24% del total de especies de México y a 2.5% del mundial (cuadro 1). Ocho géneros tienen el mayor número de especies, y destacan *Cheilanthes* y *Asplenium* (cuadro 2). Los helechos son los más abundantes en el estado, con cerca de 223 especies, seguido por selaginelas (16) y licopodios (cinco), mientras que psilotos, isoetes y colas de caballo sólo cuentan con dos especies para cada grupo (McVaugh 1992).

Cuadro 1. Estimaciones de la riqueza biológica de las pteridofitas.

Región	Núm. de especies	Porcentaje mundial (%)	Referencias
Tierra	10 000	100.0	Siqueiros y González 2006
México	1 024	24.4	Mickel y Smith 2004
Jalisco	250	2.5	McVaugh 1992

Fuente: elaboración propia a partir los datos de las referencias indicadas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 6. Helecho arborescente (*Cyathea* sp.). Foto: Jorge Neyra Jáuregui / Banco de imágenes CONABIO.

Cuadro 2. Géneros de las pteridofitas con más riqueza biológica.

Género	Núm. de especies	Núm. de categorías infraespecíficas
Cheilanthes	22	2
Asplenium	22	0
Selaginella	16	0
Elaphoglossum	16	0
Polypodium	15	1
Thelypteris	14	3
Adiantum	11	0
Anemia	10	1
Total	**126**	**7**

Fuente: McVaugh 1992.

Distribución

La mayoría de las pteridofitas se distribuyen en regiones con climas templados a cálidos, y húmedos a semihúmedos de los diferentes tipos de vegetación que se presentan en Jalisco. Hasta el momento se ha analizado la información de los especímenes botánicos del herbario Luz María Villarreal de Puga de la Universidad de Guadalajara (IBUG) para detectar las zonas del estado con mayor número de especies de Pteridophyta. Los resultados mostraron como regiones con mayor diversidad a Zapopan, los municipios dentro de las reservas de la Sierra de Manantlán y Chamela, San Sebastián del Oeste y Talpa de Allende; sin embargo, se considera que las conclusiones reflejan más la intensidad de muestreo en esas áreas que la verdadera riqueza de las mismas, porque en esas zonas se han desarrollado varios proyectos e, incluso, en algunas de ellas, se ubican instituciones de investigación.

Importancia ecológica, económica y cultural

El principal valor de este grupo de plantas es el ecológico. Se consideran organismos importantes en la regeneración de hábitats naturales degradados, debido a que un gran número de especies presentan una alta capacidad de colonización. En Jalisco se observa que el helecho *Thelyipteris cheilanthoides* se establece en áreas devastadas por el fuego; mientras que el helecho acuático *Azolla mexicana* crece en charcos y estanques con alta acumulación de materia orgánica. Sin embargo, por falta de estudios, se desconoce si la presencia de dichas especies contribuye a regenerar las zonas perturbadas o, por el contrario, a que se

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

comporten como plagas. Lo mismo ocurre con la especie *Pteridium aquilinum*, reportada en la península de Yucatán como un helecho invasor que provoca grandes pérdidas económicas en la región (Ramírez *et al.* 2007).

Desde el punto de vista económico, las pteridofitas son un grupo con poca importancia. Se les cultiva esencialmente por su belleza y muy pocas son utilizadas en la industria. En Jalisco se reportan cuatro usos: el ornamental, del cual se cultivan sólo ocho especies silvestres, como las moneditas o cilantrillos (*Adiantum* spp.); el medicinal, en el que únicamente se aprovechan como remedios para curar problemas renales las colas de caballo (*Equisetum hyemale* var. *affine*) (figura 5) y la flor de roca (*Selaginella lepidophylla*) (figura 3); el artesanal, que vende las frondas de varios helechos no nativos, como *Athyrium*, *Driopteris*, *Pellaea* y *Polipodium*, como follaje para hacer arreglos florales; y el tintóreo, en el que se cuenta exclusivamente con el reporte del helecho *Thelyipteris cheilanthoides*, que se utiliza para teñir fibras de lana. Es preciso resaltar que la mayoría de las especies que se aprovechan no son nativas (Cedano-Maldonado *et al.* 2006).

Situación y estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 se incluyen sólo seis especies de pteridofitas de Jalisco (cuadro 3). Se desconocen estudios encaminados a conocer la situación actual y la conservación de algunas especies de Pteridophyta, tanto de las especies bajo protección o las que tienen algún uso.

Cuadro 3. Pteridofitas con protección legal según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Categoría	Distribución
Alsophila firma	Pr	No endémica
Campyloneurum phyllitidis	A	No endémica
Cyathea costaricensis	P	No endémica
Marattia weinmanniifolia	Pr	No endémica
Selaginella porphyrospora	P	No endémica
Psilotum complanatum	A	No endémica

A = amenazada,
P = en peligro de extinción
Pr = sujeta a protección especial
Fuente: SEMARNAT 2010.

Principales amenazas

Algunas pteridofitas, como los helechos acuáticos del género *Marsilea* (figura 7) y *Azolla*, enfrentan amenazas, la principal es la degradación del ambiente por cambios de uso de suelo, como el relleno de humedales para la agricultura, construcción urbana, apertura de caminos, introducción de ganado, cultivos en los bosques o tala inmoderada de los mismos. Otras especies, como la colas de caballo (*Equisetum* spp.) y la flor de peña (*Selaginella* spp.) presentan poblaciones muy reducidas, lo que las hacen susceptibles de desaparecer de las localidades, y se ven afectadas por el saqueo para su comercialización como plantas medicinales.

Recomendaciones

En países como Chile, el gobierno lleva algunos años promoviendo las siguientes alternativas de conservación, las cuales han resultado satisfactorias en diversos rubros de sustentabilidad (Salinas *et al.* 2008), por lo que se sugiere adoptar dichas alternativas en Jalisco.

a) Obtener inventarios municipales y regionales con miras a detectar especies susceptibles y zonas de riqueza o riesgo para las pteridofitas, así como difundir dicha información,
b) Enfatizar la conservación de los hábitats naturales en donde se desarrollan muchas de estas especies, y
c) Promover y generar proyectos acerca de la propagación de especies con interés comercial, raras o de conservación, que intenten resolver algunos de los problemas antes señalados.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 7. Helecho acuático (*Marsilea mollis*). Foto: Jaime Raúl Bonilla Barbosa / Banco de imágenes CONABIO.

Referencias

Cedano-Maldonado, M., L. Villaseñor-Ibarra y H.G. Ponce-Curiel. 2006. Avances sobre el uso actual de las pteridofitas en la zona metropolitana de Guadalajara. En: *Avances en la investigación científica en el CUCBA*. S. Carvajal (ed.). Universidad de Guadalajara, México.

Jones, B.S. 1987. *Sistemática Vegetal*. Mc Graw Hill. México, pp. 280-288.

McVaugh, R. 1992. Gymnosperms and Pteridophytes. *En: Flora Novo-Galiciana*, vol. 17. W. R. Anderson (ed.). University of Michigan Herbarium Press, Ann Arbor.

Mickel, J.T. y A.R. Smith. 2004. *The Pteridophytes of Mexico*. Memories of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden.

Ramírez, M.R., B. Pérez García y A.D. Orozco S. 2007. Helechos invasores y sucesión secundaria. *Ciencias* 85: 18-25.

Salinas, B.M., M. Bahamondes, A. Muñoz y F. Cartes. 2008. Resultados y lecciones en producción comercial de helechos nativos. Proyecto de Innovación en la x región de Los Lagos. Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario, Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Siqueiros M. E. y G. González. 2006. *Helechos y plantas afines de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes / CONABIO. México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Gimnospermas

Jorge A. Pérez de la Rosa y Georgina Vargas Amado

Descripción

Las gimnospermas son plantas perennes que se caracterizan por poseer órganos sexuales conocidos como conos o estróbilos, los cuales pueden ser monóicos[1] o dióicos.[2] En el momento de la polinización, los gametos sexuales masculinos (polen) son transportados por el aire o por los insectos directamente hasta los gametos femeninos (óvulos), a diferencia de las angiospermas o plantas con flores en las que hay varios tejidos intermedios entre el polen y los óvulos, por ejemplo, el estigma, el estilo y el ovario (Farjon 2008). De las gimnospermas, el grupo más importante es el de las coníferas, que incluye abetos (*Abies*), pinabetes (*Pseudotsuga* y *Picea*), cedros (*Callitropsis*), enebros (*Juniperus*), ahuehuetes (*Taxodium*), palmitos (*Podocarpus*) y pinos (*Pinus*); estos últimos son los más diversos e importantes económica y ecológicamente; las gimnospermas también incluyen otros grupos taxonómicos, como las palmitas cicas (*Dioon*, *Zamia*, *Ceratozamia*) y los popotillos (*Ephedra*).

Diversidad

En el mundo existen 13 familias de gimnospermas, seis de ellas están presentes en México y, de éstas, hay cuatro en Jalisco, con 35 especies y dos variedades, (cuadro 1; apéndice 10). Esta cifra coloca a la entidad como una de las más biodiversas del país (Martínez 1948, 1953, Jones 1993, Farjon y Styles 1997, Méndez 1998, Whitelock 2000, Adams 2011, Debreczy y Rácz 2011). En el estado existen dos especies de gimnospermas endémicas (exclusivas) (*Pinus jaliscana* y *P. georginae*) (figuras 1 y 2), por lo que se le considera una zona con gran importancia en la evolución moderna de los pinos, lo que hace impostergable un plan integral de conservación y desarrollo del sector forestal.

Figura 1. *Pinus jaliscana*, especie de importancia forestal, endémica de Jalisco. Foto: Georgina Vargas Amado.

[1] Los gametos sexuales masculino y femenino se presentan en el mismo individuo.

[2] Los gametos sexuales se presentan en individuos separados, de tal forma que sólo puede presentar gameto masculino o gameto femenino, pero no ambos.

Pérez de la Rosa, J.A. y G. Vargas-Amado. 2017. Gimnospermas. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 113-121.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Lista de gimnospermas presentes en el estado.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Cupressaceae	*Callitropsis lusitanica*	Cedro blanco
	Juniperus cuahuilensis	Cedro
	Juniperus deppeana	Cedro
	Juniperus durangensis	Cedro
	Juniperus flaccida	Cedro
	Juniperus martinezii	Cedro
	Juniperus jaliscana	Cedro
	Juniperus monticola	Cedrito
	Taxodium mucronatum	Ahuehuete Sabino
Pinaceae	*Abies durangensis*	Oyamel
	Abies jaliscana	Oyamel
	Abies flinckii	Oyamel
	Abies religiosa	Oyamel
	Pinus ayacahuite	Pino blanco del sur
	Pinus cembroides	Pino piñonero común
	Pinus devoniana	Pino escobetón
	Pinus douglasiana	Pino duglas
	Pinus durangensis	Pino gris
	Pinus georginae	Pino chino
	Pinus hartwegii	Pino prieto
	Pinus herrerae	Pino chino
	Pinus jaliscana	Pino chino
	Pinus leiophylla var *leiophylla*	Pino chino
	Pinus leiophylla var. *chihuahuana*	Pino chino
	Pinus lumholtzii	Pino triste
	Pinus luzmariae	Pino triste
	Pinus maximinoi	Pino lacio
	Pinus montezumae	Pino
	Pinus oocarpa	Pino trompillo
	Pinus praetermissa	Pino chino
	Pinus pseudostrobus	Pino lacio
	Pinus strobiformis	Pino blanco del norte
	Pinus teocote	Pino ocote
Podocarpaceae	*Podocarpus matudae*	Palmito
Zamiaceae	*Dioon tomasellii*	Palma
	Zamia paucijuga	Palmita
Total	**Cuatro familias, ocho géneros, 35 especies y dos variedades**	

Fuente: Carvajal y McVaugh 1992, Farjon y Styles 1997, Pérez de la Rosa 1998, 2009.

Figura 2. *Pinus georginae*, especie de importancia ecológica y evolutiva, endémica de Jalisco. Foto: Georgina Vargas Amado.

La diversidad se cuantifica en 36 taxones, repartidos en ocho géneros (cuadro 1). De todas las familias, Pinaceae es la más diversa, ya que cuenta con 23 especies y dos variedades, mientras que Podocarpaceae solo se encuentra representada por una especie (cuadro 1, figura 3). México posee el mayor número de especies de pinos en el mundo y, a escala nacional, Jalisco es el área con más diversidad del género (Farjon y Styles 1997).

La república mexicana comprende 1 957 128 km^2 (CONABIO 2005), y aproximadamente 32% de sus tierras emergidas son elevaciones que están entre los 1 200 y 2 600 msnm (CGIAR-CSI 2011), rango altitudinal donde se localizan la mayoría de las gimnospermas, según muestran datos en los ejemplares de los principales herbarios del país. Tan sólo en Jalisco, que corresponde a 4% del territorio nacional, se encuentra 36% de las coníferas de México; por tanto, esta entidad ocupa el primer lugar en diversidad de especies (35)

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

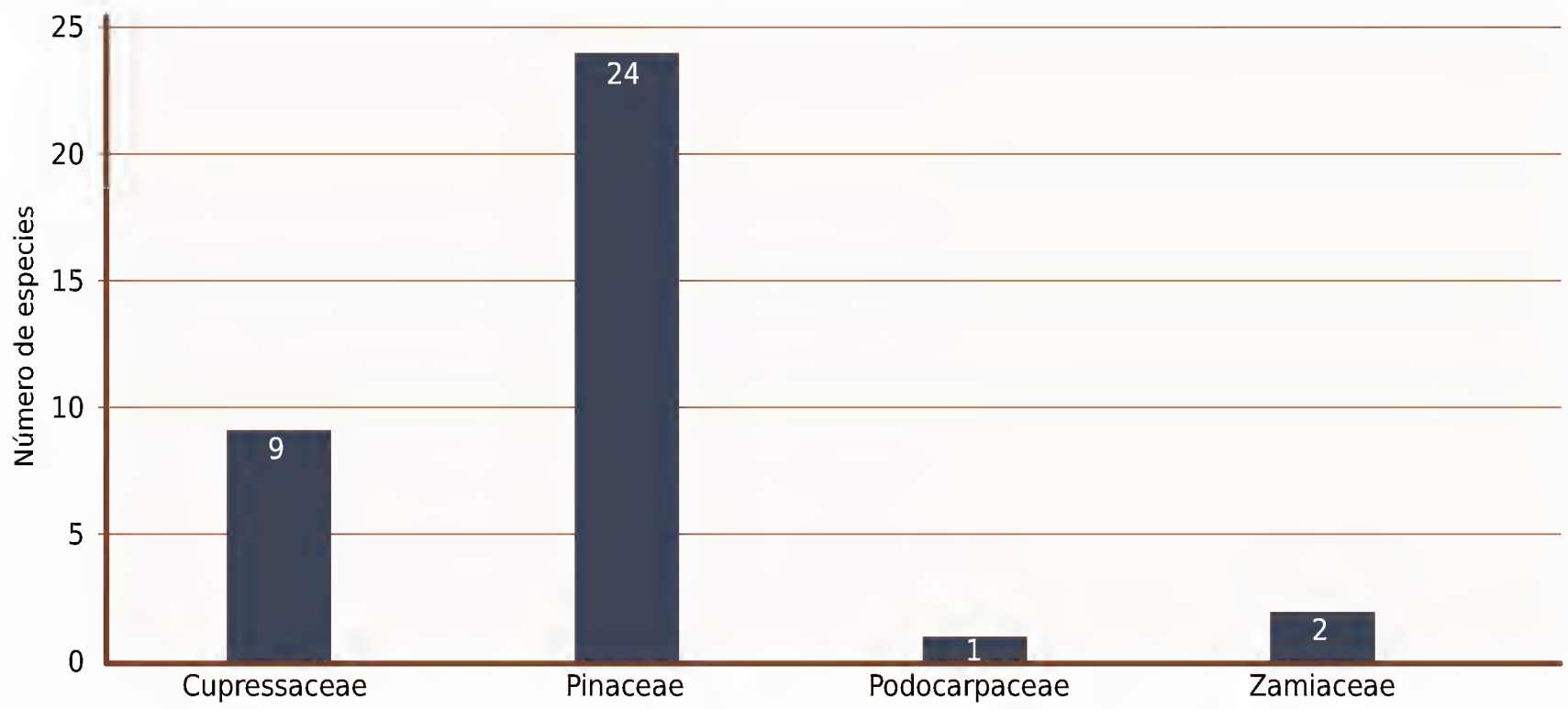


Figura 3. Número de especies y variedades por familia de gimnospermas en la entidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Carvajal y McVaugh 1992, Farjon y Styles 1997 y Pérez de la Rosa 1998, 2009.

(cuadro 1), después de Durango (32) y Chihuahua (29) (Gernandt y Pérez de la Rosa 2014) estados con más representación territorial. Esta diversidad se explica, en parte, por la confluencia de cuatro grandes provincias morfotectónicas, las cuales contienen especies emblemáticas: Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Transmexicana, Meseta Central y Sierra Madre del Sur (Ferrusquía-Villafranca 1993). En América, el orden Cycadales cuenta con una sola familia, Zamiaceae, la cual posee cinco géneros, tres en nuestro país y dos en el estado *Dioon* y *Zamia*, ambos con una especie en la región (*D. tomasellii* y *Z. paucijuga*). Ambas especies presentan una amplia distribución en la vertiente pacífica mexicana.

Distribución

En Jalisco, la distribución de gimnospermas es heterogénea, sin embargo, es claro que la mayor riqueza de especies se encuentra en el occidente del estado (figura 4). Los municipios más ricos son Talpa de Allende (11 especies y una variedad), Cuautitlán de García Barragán (11 especies), Mezquitic (10 especies y una variedad) y San Sebastián del Oeste (nueve especies y una variedad). Aun cuando San Sebastián del Oeste es el menos diverso de los cuatro, tiene la mayor representación de gimnospermas, pues ahí se encuentran todas las familias; en cambio, en Mezquitic sólo hay Cupressaceae y Pinaceae (figura 4). En Talpa de Allende no hay Zamiaceae, y en Cuautitlán de García Barragán no existe Cupressaceae. En Jalisco hay municipios que no han registrado ninguna especie o variedad de gimnospermas; por ejemplo, en el norte, Totatiche, Colotlán, Santa María de los Ángeles y Huejúcar; en el sur, Unión de Tula, Juchitlán, Ejutla, El Grullo, El Limón, Tonaya y Tuxcacuesco; y en el este, San Miguel el Alto, San Julián, San Diego de Alejandría y Arandas.

La mayoría de las especies de gimnospermas se distribuyen en más de una provincia morfotectónica, y la humedad es el factor que más limita su distribución. En el occidente de país el número de especies está asociado a este factor climático, el cual obedece a un gradiente de menos a más en dirección este-oeste, de esta manera las regiones más húmedas son las cañadas de las sierras altas en su exposición al océano Pacífico (la Sierra Madre del Sur con 12 especies, y el extremo oeste de la Faja Volcánica Transmexicana con 21 especies), le siguen las sierras de origen volcánico no cercanas al océano (la región meridional de la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre Occidental con 14 especies), finalmente, las más secas y, por lo tanto, con menor cantidad y diversidad de gimnospermas con solo tres especies son las sierras y planicies altas de la Meseta Central (cuadro 2).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Distribución, importancia y amenazas para conservar las gimnospermas en el estado. Se muestra abreviaturas: Pr = sujeta a protección especial, P = en peligro de extinción.

Nombre científico	Distribución	Altitud (msnm)
Callitropsis lusitanica	Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur	1 500-2 000
Juniperus coahuilensis	Altiplanicie Mexicana	1 700-2 100
Juniperus deppeana	Sierra Madre Occidental	1 700-2 100
Juniperus durangensis	Sierra Madre Occidental	1 900-2 100
Juniperus flaccida	Eje Volcánico Transversal	800-1 800
Juniperus martinezii	Altiplanicie Mexicana	1 900-2 400
Juniperus jaliscana	Sierra Madre del Sur	900-1 600
Juniperus monticola	Eje Volcánico Transversal	>3 000
Taxodium mucronatum	Todo el estado	300-2 500
Abies durangensis	Sierra Madre Occidental	2 200-2 500
Abies jaliscana	Eje Volcánico Transversal	1 900-2 500
Abies flinckii	Eje Volcánico Transversal	2 000-2 700
Abies religiosa	Eje Volcánico Transversal	2 300-3 200
Pinus ayacahuite	Sierra Madre del Sur	1 900-2 500
Pinus cembroides	Sierra Madre Occidental, Altiplanicie Mexicana	2 000-2 300
Pinus devoniana	Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del Sur	1 400-2 700
Pinus douglasiana	Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur	1 200-2 200
Pinus durangensis	Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del Sur	2 000-2 600
Pinus georginae	Eje Volcánico Transversal	1 400-1 700
Pinus hartwegii	Eje Volcánico Transversal	>3 000
Pinus herrerae	Sierra Madre Occidental, Eje Volcánico Transversal	2 000-2 600
Pinus jaliscana	Sierra Madre del Sur	700-1 500
Pinus leiophylla var. *leiophylla*	Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre Occidental	1 900-2 700
Pinus leiophylla var. *chihuahuana*	Sierra Madre Occidental	1 700-2 800
Pinus lumholtzii	Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre Occidental	1 400-2 500
Pinus luzmariae	Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre Occidental	1 600-2 400
Pinus maximinoi	Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur	400-1 600
Pinus montezumae	Eje Volcánico Transversal	1 700-3 000
Pinus oocarpa	Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Occidental	600-2 800
Pinus praetermissa	Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre Occidental	1 200-1 700
Pinus pseudostrobus	Eje Volcánico Transversal	1 900-2 600
Pinus strobiformis	Sierra Madre Occidental	2 200-2 400
Pinus teocote	Sierra Madre Occidental	2 000-2 500
Podocarpus matudae	Sierra Madre del Sur	700-1 500
Dioon tomasellii	Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur	600-1 600
Zamia paucijuga	Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur	30- 700

Fuente: SEMARNAT 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

para cada especie la categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 conforme a las siguientes

	Importancia	Riesgo de extinción	Causas	NOM-059
	Ecológica, ornamental, forestal	Bajo	Propagada y distribuida por el hombre	Pr
	Ecológica, agroforestería	Alto	Disturbio pecuario	No incluida
	Forestal, agroforestería	Alto	Escasa en la entidad	No incluida
	Ecológica, agroforestería	Medio	Disturbio intenso	No incluida
	Ecológica, agroforestería	Nulo	Especie invasora	No incluida
	Ecológica	Alto	Actividades	No incluida
	Ecológica, agroforestería, forestal	Medio	Endémico e inaccesible	No incluida
	Ecológica	Medio	Escaso e inaccesible	Pr
	Ecológica, forestal, medicinal	Medio	Contaminación del agua	No incluida
	Ecológica, forestal	Alto (<1 000)	Tala inmoderada	No incluida
	Ecológica, forestal	Alto	Tala inmoderada	Pr
	Ecológica, forestal	Medio	Tala inmoderada	Pr
	Ecológica, forestal	Medio	Tala inmoderada e incendios	No incluida
	Ecológica, forestal	Alto	Escaso, fuego y tala	No incluida
	Ecológica, agroforestería	Alto (<1 000)	Tala, fuego y actividades pecuarias	No incluida
	Ecológica, forestal	Medio	Actividades pecuarias	No incluida
	Ecológica, forestal	Medio	Tala inmoderada, buena regeneración y reforestación	No incluida
	Ecológica y forestal	Medio	Fuego, tala y distribución fragmentada	No incluida
	Ecológica	Alto	Escaso, fuego y tala	No incluida
	Ecológica y forestal	Alto	Tala, incendios y falta de sanidad	No incluida
	Forestal	Alto	Tala inmoderada	No incluida
	Ecológica y forestal	Alto	Escaso, fuego y tala	P
	Ecológica y forestal	Bajo	Buena regeneración natural	No incluida
	Ecológica	Medio	Escasa presencia regional	No incluida
	Ecológica	Medio	Actividades pecuarias	No incluida
	Ecológica	Bajo	Escaso en la entidad. Actividades pecuarias	No incluida
	Ecológica y forestal	Medio	Tala inmoderada, buena regeneración	No incluida
	Forestal	Alto	Escaso y actividades pecuarias	No incluida
	Ecológica y forestal	Nulo	Buena regeneración natural. Fuego y actividades pecuarias	No incluida
	Ecológica	Alto	Actividades pecuarias, fuego y tala	No incluida
	Ecológica y forestal	Medio	Tala y actividades pecuarias	No incluida
	Ecológica y forestal	Alto (<1000)	Escaso, fuego y tala	Pr
	Ecológica	Alto	Escaso, fuego y tala	No incluida
	Ornamental	Bajo	Inaccesible	No incluida
	Ecológica y ornamental	Medio	Extracción para comercialización	P
	Ecológica y ornamental	Alto	Extracción para comercialización	Pr

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

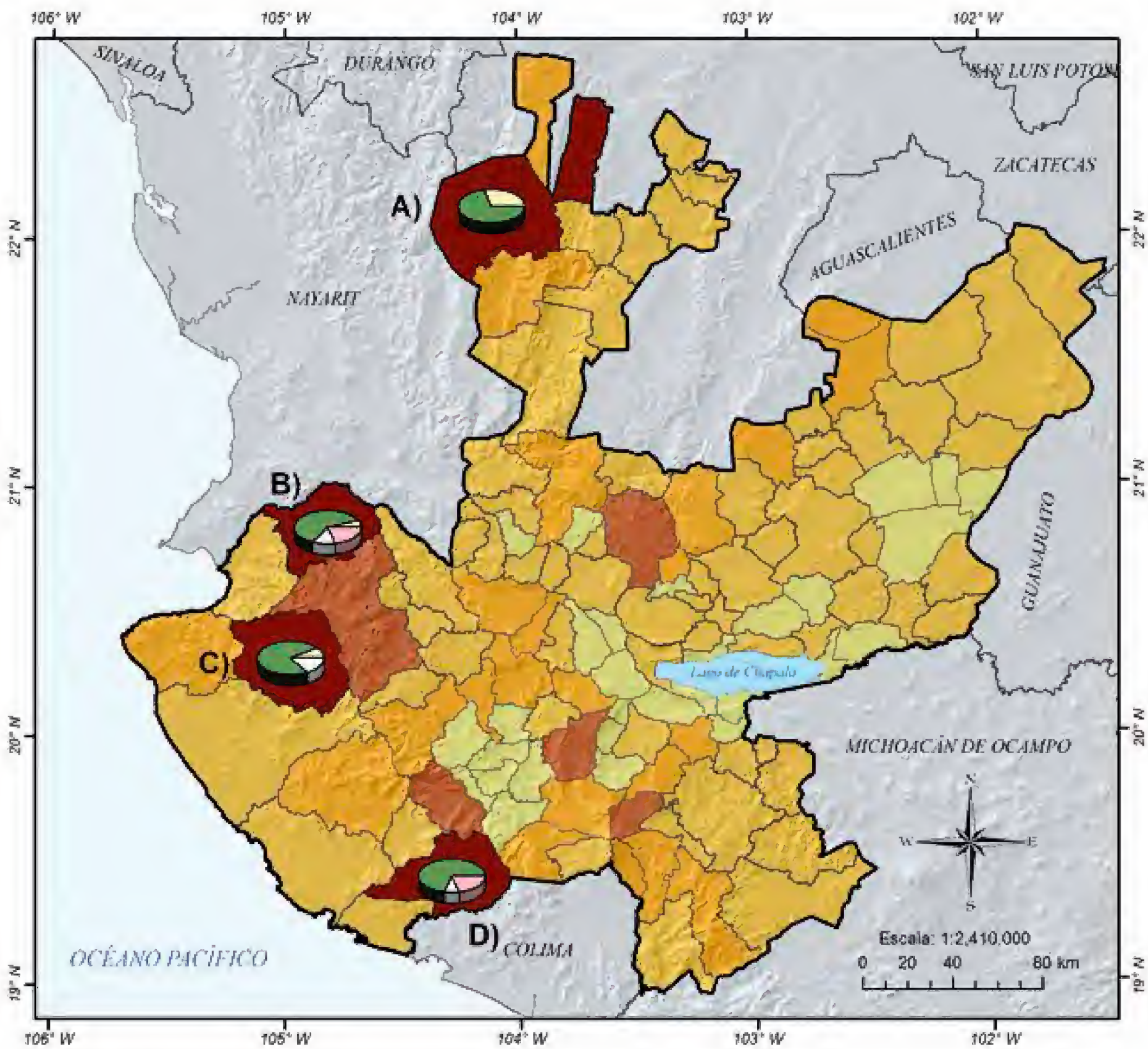


Figura 4. Riqueza de especies y variedades de las familias de gimnospermas en el estado. Fuentes: Vargas-Amado *et al.* 2008, Pérez de la Rosa 2009.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Importancia ecológica, económica y cultural

Todos los organismos vivos son importantes debido a que forman parte de un ecosistema (Odum 1972), si falta uno, los demás tienen problemas para cumplir su ciclo vital. Sin embargo, en el caso de las gimnospermas, este interés se ve acrecentado por ser de las plantas más primitivas que existen con semillas y son reminiscencias de organismos que han existido en el planeta desde hace muchos millones de años; por esta razón es relevante su importancia evolutiva (Vidaković 1991). En el caso de las coníferas, que son la mayoría de las gimnospermas (aproximadamente 65%), suelen cubrir grandes áreas templadas de ambos hemisferios y su utilidad en las industrias maderera y de la celulosa son muy significativas, ya que conforman el sector forestal (Dvorak y Donahue 1992). Todas estas plantas constituyen un soporte para la existencia de otros organismos, por lo que, desde la perspectiva ecológica, su trascendencia es significativa.

Algunas poseen gran potencial ornamental por la belleza poco común de sus estructuras (Perry 1991). Muchas de porte arbustivo son utilizadas como cercos, vigas para construcción, etc., actividad conocida como agroforestería.

Situación y estado de conservación

En Jalisco, el principal tipo de bosque que hay entre los 1 500 y 2 600 m de altitud es el bosque mixto de pino y encino. Se llegó a reportar una superficie aproximada de 30% de cobertura en el estado (Rzedowski y McVaugh 1966, Rzedowski 1978); pero, en los últimos 50 años esta área se ha reducido a 9% (INEGI 2009). Si no se toman medidas encaminadas a hacer más eficiente su aprovechamiento (plantaciones forestales selectas) y conservación (prohibición total de aprovechamiento de especies en riesgo) de acuerdo con la constante disminución de las poblaciones observadas en el campo (cuadro 2), se espera que en 50 años hayan desaparecido todas las que ahora se encuentran clasificadas como de alto riesgo.

En el estado existen especies endémicas o exclusivas, como el *Pinus jaliscana* y la recientemente descrita *P. georginae* (Pérez de la Rosa 2009), (figuras 1 y 2 respectivamente). La primera se encuentra en los municipios Talpa de Allende, Villa Purificación y San Sebastián del oeste y, por la calidad de su madera, es de importancia forestal (Dvorak y Donahue 1992). La segunda está presente solo en una franja angosta de los municipios Mascota, Cuautla y Atenguillo y, por su aparente hábitat ripario antiguo, es de gran importancia ecológica. Ambas especies son de conos serótinos (duros) que se ven favorecidos para su apertura por la alta frecuencia de incendios. Algunas otras especies de gimnospermas, no necesariamente endémicas, también tienen escasa representación en el estado y amenazas ecológicas, como *Juniperus jaliscana*, *J. martinezii*, *J. monticola*, *Abies jaliscana*, *A. flinckii*, *Pinus luzmariae*, *Podocarpus matudae*, *Dioon tomasellii* y *Zamia paucijuga* (Vargas-Amado 2006, Pérez de la Rosa 2009); aunque no todas están sujetas a protección oficial (cuadro 2, figura 5).

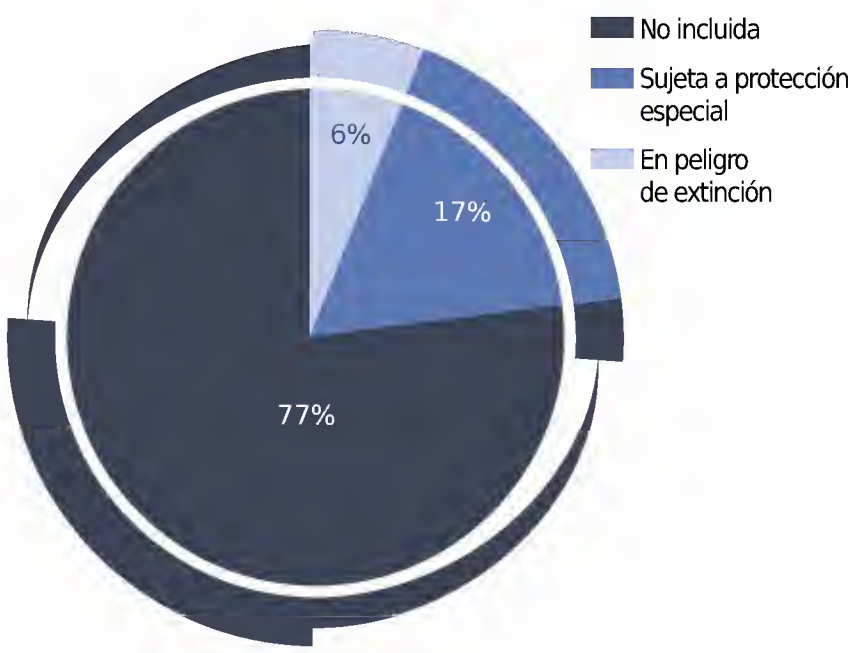


Figura 5. Porcentaje de especies de gimnospermas por categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Existen poblaciones de gran distribución nacional y estatal. Si llegaran a desaparecer de la entidad seguramente no se extinguirían como especies, porque hay en otros lugares de México o el extranjero, como el caso de *Pinus oocarpa*, *P. devoniana*, *P. ayacahuite*, *P. hartwegii*, *Juniperus deppeana*, *J. flaccida*, *J. monticola*, etc.; sin embargo, como cita Ledig (1997), existen las extinciones

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ocultas, que son los genes que se pierden al desaparecer poblaciones (erosión interna); aunque no ponen en riesgo a la especie en sí, son mermas tangibles en la capacidad de adaptación y respuesta a factores adversos.

Principales amenazas

La mayor amenaza de las plantas es la destrucción de su hábitat, específicamente, en el estado el principal fenómeno natural que lo causa es el fuego. No obstante, existen algunas especies de pinos que están adaptados a las quemas del pasto, llamadas "serotinos", como *Pinus georginae*, *P. jaliscana, P. luzmariae, P. oocarpa y P. praetermissa.* Estas especies, requieren un incremento de temperatura para abrir sus conos y dispersar sus semillas, lo cual es visto como una ventaja, ya que sus semillas estarán en un suelo sin competencia de la maleza.

Después de un evento destructivo, el ser humano tiende a reforestar con árboles sin tener en cuenta la expresión máxima del ecosistema, conocida como vegetación climax. Esto tiene como resultado el fracaso en la mayoría de los casos; ya que se hace mas daño al implementar una acción de arborización sin asesoría técnica, que dejar a la libre regeneración del bosque.

Otro factor importante es la amenaza antropogénica. Esta tiene como resultado la desaparición de individuos por el aprovechamiento forestal, ya sea por la extracción de su hábitat natural para comercialización, como sucede con *Dioon* y *Zamia*, o la tala inmoderada de rodales nativos (cuadro 2).

Conclusión y recomendaciones

Es necesario partir de la premisa de que no se puede cuidar lo que no se conoce. Por ello, una de las principales acciones de conservación tiene que ver con generar conocimiento de este grupo (gimnospermas), de su estructura y componentes, que contribuya al manejo y uso sustentable de los recursos forestales.

Otras acciones urgentes, de manera directa, son las enfocadas a monitorear la cobertura vegetal y cambios de uso de suelo, prevención, detección y manejo del fuego. Respecto al aprovechamiento forestal y tala clandestina se deben establecer mecanismos de supervisión y control basados en programas de manejo para la conservación del recurso.

Referencias

Adams, R.P. 2011. Junipers of the world: *The genus Juniperus*. 3a. edition, Trafford publiching.

Carvajal, S. y R. McVaugh. 1992. *Gymnosperms and Pteridophytes. En: Flora Novo-Galiciana*, vol. 17. W.R. Anderson (ed.). University of Michigan Herbarium Press, Ann Arbor.

CGIAR-CSI. 2011. SRTM 90m Digital elevation data. CGIAR Consortium for spatial information. En: ‹*http://srtm.csi.cgiar.org*›, última consulta: 28 de febrero de 2013.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2005. División política estatal. En: *Conjunto de datos vectoriales topográficos y toponímicos*, INEGI (ed.). México.

Debreczy, Z. y I. Rácz. 2011. *Conifers around the world*. Vol.1, 2. DendroPress Ltd., Budapest.

Dvorak, W.S. y J.K. Donahue. 1992. *camcore* Cooperative Research Review. 1980-1992. North Carolina State University. Department Forestry. Raleigh, North Carolina.

Farjon, A. 2008. *A natural history of conifers*. Timber Press. Portland, Oregon.

Farjon, A. y B. T. Styles. 1997. *Pinus* (Pinaceae). Flora Neotropica. *Monographs of New York Botanical Garden* 75: 1-291.

Ferrusquía-Villafranca, I. 1993. Geology of Mexico: a sinopsis. En: *Biological diversity of Mexico*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press. pp. 3-107.

Gernandt, D.S. y J.A. Pérez de la Rosa. 2014. Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85: S126-S133.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. Guía para la interpretación de cartografía, uso de suelo y vegetación escala 1:250 000, serie III., Aguascalientes.

Jones, D. L. 1993. *Cycads of the world*. New York Botanical Garden.

Ledig, F.T. 1997. Conservación y manejo de los recursos genéticos forestales. En: *Manejo de los recursos genéticos forestales*. H. J. J. Vargas, B. Bermejo V. y F. T. Ledig (eds.). Colegio de Postgraduados / Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, pp.1-21.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Martínez, M. 1948. *Los pinos mexicanos*. Editorial Botas. 2a edición. México.

—. 1953. *Las pinaceas mexicanas*. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría de Recursos Forestales y Caza. México.

Méndez, C. 1998. *Distribución geográfica y ecológica del género Ephedra L. en el Altiplano Potosino*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí.

Odum, E.P. 1972. *Ecología*. Editorial Interamericana. 3a edición. México.

Pérez de la Rosa, J.A. 1998. Promoción de una variedad de pino serótino mexicano a nivel de especie. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 5(1-3):127-135.

—. 2009. *Pinus georginae* (Pinaceae), a new species from western Jalisco, Mexico. *Brittonia* 61(1):56-61.

Perry, J.P. Jr. 1991. *The pines of Mexico and Central America*. Timber Press. Portland.

Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa. México.

Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. *La vegetación de Nueva Galicia. Contributions of University of Michigan Herbarium* 9(1): 1-123.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Simpson, M. G. 2006. *Plant systematics*. Elsevier Academic Press. Massachusetts, USA.

Vargas-Amado, G. 2006. *Variación morfológica foliar de Dioon (zamiaceae) en la vertiente del pacífico*. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara.

Vargas-Amado, G., J.A. Pérez de la Rosa, J.P. Torres M y W.P. Reyes V. 2008. Morphological variation of *Dioon* (Zamiaceae) from the Pacific Slope of Mexico, using a multivariate analisis. En: *Proceedings of Cycad 2005 The 7th International Conference on Cycad Biology*, A. P. Vovides. D. Wm. Stevenson y Roy Osborne (eds.). The New York Botanical Garden Press. Nueva York, pp. 578-596

Vidaković, M. 1991. *Conifers*. 1a edición publicada en croata (1982). Traducida por Maja Soljan. Grafickizavod Hrvatske. Zagreb.

Whitelock, L.M. 2002. *The cycads*. Timber Press. Portland.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las plantas con flores (Angiospermas)

Ofelia Vargas Ponce, Raymundo Ramírez Delgadillo, Hilda Julieta Arreola Nava, Martha Cedano Maldonado, Roberto González Tamayo, Luz María González Villarreal, Mollie Harker, Leticia Hernández López, Rosa Elena Martínez González, Jorge Alberto Pérez de la Rosa, Aarón Rodríguez Contreras, Jesús Jacqueline Reynoso Dueñas, José Luis Villalpando Prieto, Luz María Villarreal de Puga† y José Luis Villaseñor Ríos

Descripción

Las angiospermas son las plantas con flores. La palabra se deriva de los vocablos griegos *angeion* que significa vasija y *sperma* que quiere decir semilla. El carpelo es la estructura en forma de vasija que contiene a los óvulos que, después de la fertilización, forma las semillas y finalmente el fruto. La estructura de la flor es muy variable. De la base hacia el ápice hay cuatro estructuras: el cáliz, la corola, el androceo y el gineceo. El cáliz es la parte verde y está formado por los sépalos; a la corola la constituyen los pétalos y es la sección colorida de la flor; el androceo es la parte masculina y lo componen los estambres, el filamento y la antera; en contraste, la parte femenina es el gineceo o pistilo que está formado por el estigma, el estilo y el ovario, y dentro de este último están los óvulos. El cáliz, la corola, el androceo y el gineceo se insertan en una estructura común llamada receptáculo; a su vez, la flor se une a la planta mediante el pedúnculo.

Se dice que una flor es perfecta cuando contiene las cuatro estructuras, de lo contrario es imperfecta. Es hermafrodita cuando el androceo y gineceo están en la misma flor, si alguno de estos falta, es unisexual (figura 1). Con frecuencia, las flores se agrupan en inflorescencias. El tamaño de la flor también es diverso, las hay de pequeñas a grandes, por ejemplo, en la lenteja de agua (*Lemna gibba*, figura 2) y hoja santa (*Piper jaliscanum*)

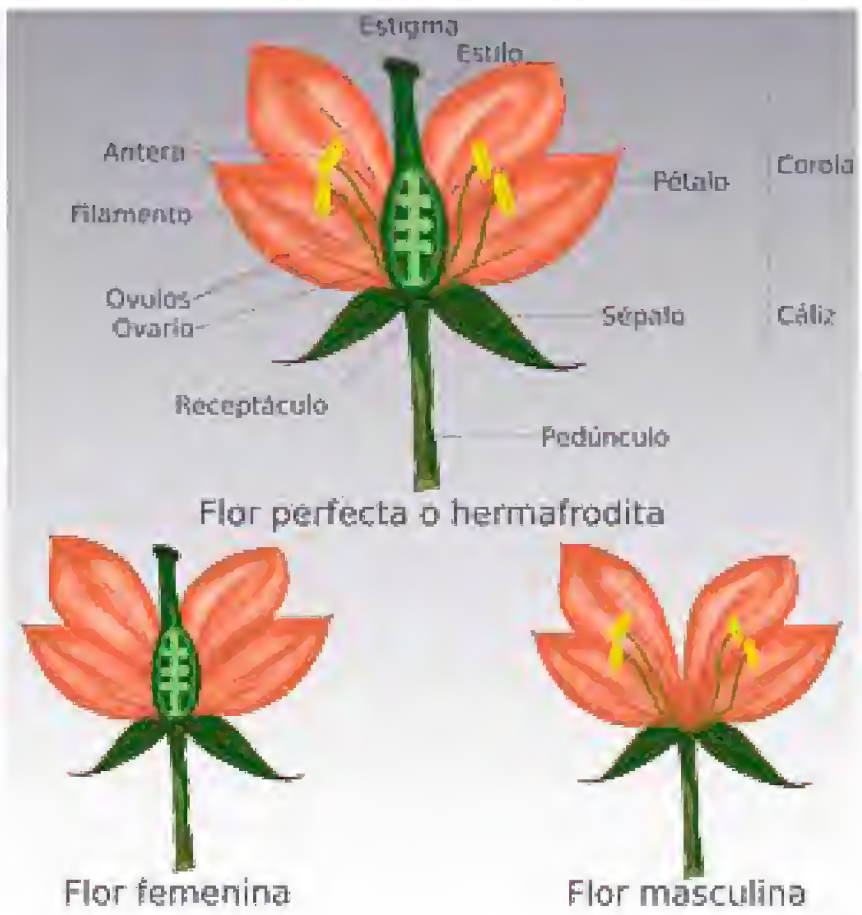


Figura 1. Estructura y partes de una flor. Autor: Guadalupe Munguía Lino.

mide 2 mm de diámetro, en la magnolia (*Magnolia pugana*) 15 cm y en las pitahayas (*Hylocereus purpusii*, *H. ocamponis*, *H. undatus*) alcanza los 28 cm (figura 3).

Las angiospermas son un grupo monofilético, es decir, comparten al mismo ancestro común (APG III 2009); sin embargo, su origen está sujeto a discusión. El registro fósil sugiere su aparición hace 130 millones de años, pero es evidente que después de su aparición se diversificaron rápida-

Vargas-Ponce, O., R. Ramírez Delgadillo, H.J. Arreola-Nava, M. Cedano Maldonado, R. González Tamayo, L.M. González Villarreal, M. Harker, L. Hernández-López, R.E. Martínez González, J.A. Pérez de la Rosa, A. Rodríguez, J.J. Reynoso D., J.L. Villalpando Prieto, L.M. Villarreal de Puga† y J.L. Villaseñor Ríos. 2017. Las plantas con flores (Angiospermas). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 123-133.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Lenteja de agua (*Lemna gibba*). Foto: Martha Cedano Maldonado.

mente, y hoy son los componentes más conspicuos de la mayoría de los ecosistemas. Los cereales, las verduras y las frutas, que forman la base de la alimentación humana, son angiospermas.

Diversidad

En el planeta existen entre 250 mil y 300 mil especies agrupadas en aproximadamente 13 200 géneros y 413 familias (Crane *et al.* 1995, Haston *et al.* 2009). México alberga 30 mil especies de plantas (Rzedowski 1998), 22 mil de ellas son angiospermas. Las especies se agrupan en 2 410 géneros y 220 familias.

En Jalisco, se registraron 5 525 especies agrupadas en 1 428 géneros y 196 familias (apéndice 11, cuadro 1); las dicotiledóneas están representadas por 4 082 especies, 1 087 géneros y 157 familias; a su vez, las monocotiledóneas incluyen a 1 443 especies, 341 géneros y 39 familias. El apéndice 11 es un resultado parcial del proyecto "Inventario de la flora vascular de Jalisco: 50 años de exploración botánica" (Vargas-Ponce *et al.* 2013); se trata de la versión corregida y aumentada del libro *Catálogo de plantas vasculares de Jalisco* (*Ramírez et al.* 2010) y acotada a las plantas con flores a partir de revisar ejemplares

Figura 3. Pitahaya (*Hylocereus ocamponis*). Foto: Ofelia Vargas Ponce.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Representatividad de las plantas con flores (angiospermas) presentes en el estado en relación a la diversidad florística de México.

Grupo taxonómico	Núm. reportado para México*	Núm. reportado para Jalisco**	Porcentaje reportado para Jalisco** (%)
Familias	220	196	89
Géneros	2 410	1 428	59
Especies	21 600	5 525	26

Fuente: *Rzedowski 1998, **elaboración propia a partir de datos generados en este estudio.

botánicos de referencia depositados en el herbario IBUG o citados en literatura florístico-taxonómica. La lista se organizó al seguir las propuestas de APG III (2009), Chase y Reveal (2009) y Haston *et al.* (2009), los autores de las especies siguen a Brummitt y Powell (1992). Por su parte, los nombres aceptados fueron verificados con las bases de datos contenidas en Trópicos 3 y TNRS (Boyle *et al.* 2013). Las dos clases de angiospermas: Liliopsida y Magnoliosida, se arreglan alfábeticamente por orden, posteriormente por familias, géneros y especies para facilitar la consulta.

En 13 familias se concentra 60% de la riqueza de especies y 51% de los géneros en el estado (cuadro 2). Las familias con mayor número de géneros y especies son Asteraceae, Poaceae, Leguminosae, Orchidaceae, Malvaceae, Rubiaceae, Apocynaceae y Euphorbiaceae, con alrededor de 51% de la riqueza (cuadro 2). Los géneros más diversos de dicotiledóneas son *Ipomoea* (figura 4), *Solanum* (figura 5), *Desmodium*, *Ageratina*, *Stevia* (figura 6), *Verbesina* (figura 7), *Physalis* (figura 8), *Mimosa*, *Dalea* (figura 9) y *Bursera* (figura 10). De forma análoga, los géneros de monocotiledóneas más diversos son *Muhlenbergia* (figura 11), *Habenaria* (figura 12), *Cyperus*, *Tillandsia*, *Malaxis* (figura 13), *Paspalum* y *Panicum* (cuadro 3).

Distribución

En Jalisco, la distribución de las plantas con flores es irregular, ya que depende de la temperatura, la humedad y la estacionalidad, así como de la posición de las montañas, su elevación y su orientación. En la sección Diversidad de ecosistemas se describe con detalle la composición florística y su distribución geográfica.

Aparte de los factores físicos que determinan su distribución, la intensidad de la exploración botánica genera sesgos en los inventarios florísticos y se ha concentrado en áreas naturales protegidas, destacan la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, el Parque Nacional Nevado de Colima, el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, el sitio Ramsar Laguna de Sayula, la Zona de Conservación Ecológica El Salado y el área natural protegida Piedras Bola. Otro factor que influye en la intensidad de colecta es la distancia de los centros de investigación botánica. Por eso, el volcán Tequila, el cerro del Tepopote, el cerro Viejo, el Área Estatal de Protección Hidrológica La Barranca del Río Santiago, el Área Municipal

Cuadro 2. Familias de angiospermas con mayor número de géneros y especies para el estado.

Familias	Núm. de géneros	Géneros (%)	Núm. de especies	Especies (%)
Asteraceae	177	12.4	672	12.2
Poaceae	127	8.9	517	9.4
Leguminosae	100	6.9	459	8.3
Orchidaceae	96	6.7	347	6.3
Malvaceae	44	3.1	143	2.6
Rubiaceae	34	2.4	85	1.5
Apocynaceae	32	2.2	90	1.6
Euphorbiaceae	26	1.8	188	3.4
Cactaceae	27	1.9	105	1.9
Acanthaceae	21	1.5	79	1.4
Solanaceae	20	1.4	136	2.5
Lamiaceae	16	1.1	89	1.6
Cyperaceae	15	1.1	139	2.5
El resto (183)	693	48.6	2476	44.8
Total 196	**1 428**	**100.0**	**5 525**	**100.0**

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Vargas-Ponce *et al.* 2013.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. *Ipomea orizabensis*. Foto: Arturo Castro Castro.

Figura 5. *Solanum iopetalum*. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

Figura 6. *Stevia viscida*. Foto: Luz María González Villarreal.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 7. *Verbesina sphaerocephala*. Foto: Luz María González Villarreal.

Figura 8. *Physalis coztomatl*. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

Figura 9. *Dahlia pugana.* Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 10. *Bursera bipinnata*. Foto: Arturo Castro Castro.

Figura 11. *Muhlenbergia robusta.* Foto: Omar Ibarrarán Madrigal.

Figura 12. *Habenaria novemfida*. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 13. *Malaxis rosei*. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

de Protección Hidrológica Bosque El Nixticuil-San Esteban-El Diente han sido explorados con intensidad; por último, las carreteras, brechas y caminos son directamente proporcionales a la intensidad de la exploración botánica.

Harker *et al.* (2010) analizaron la diversidad e intensidad de colecta de la familia Asteraceae en el estado. Al utilizar los ejemplares botánicos depositados en el herbario Luz María Villarreal de Puga del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG), identificaron sesgos en la exploración botánica; por un lado, los municipios más explorados son Autlán de Navarro, Cuautitlán de García Barragán, Guadalajara y Zapopan; en contraste, Jalostotitlán y Villa Hidalgo son los menos conocidos. Los autores recomendaron intensificar las recolectas botánicas en los municipios Valle de Juárez, Quitupan, Santa María del Oro, Jilotlán de los Dolores y Tecalitlán, que son parcial o totalmente parte de la cuenca del río Tepalcatepec, tributario del río Balsas. En la Costa Pacífica Mexicana, Tomatlán y porciones de Cabo Corrientes deben ser explorados. Los que necesitan más exploraciones botánicas son Atenguillo, Ayutla, Cuautla, Guachinango, Mascota, Mixtlán, San Sebastián del Oeste y Talpa de Allende, ubicados en los límites entre la Sierra Madre del Sur y la Faja Volcánica Transmexicana. Totatiche, Villa Guerrero y Chimaltitán, en el norte del estado, deben ser incluidos en futuras exploraciones biológicas, y en la misma condición se encuentran San Diego de Alejandría, Unión de San Antonio, San Juan de los Lagos, Teocaltiche y Villa Hidalgo en la región Altos Norte.

Importancia ecológica, económica y cultural

Las plantas, incluidas las angiospermas, las algas y las bacterias fotosintetizadoras, son las productoras primarias en nuestro planeta. Crean las sustancias orgánicas y el oxígeno necesario para la existencia de cualquier otro organismo, incluido el ser humano. Las angiospermas son dominantes en la mayoría de los ecosistemas terrestres, como los cereales, verduras y frutas que comemos, el algodón que se utiliza en la industria del vestido. Aparte de su función en los ecosistemas terrestres, constituyen la fuente básica de alimento humano, a través de la agricultura; además muchas plantas con flores son utilizadas con fines medicinales.

México es centro de origen y domesticación de cultivos importantes (Pickersgill 2007). La evidencia sugiere que las calabazas (*Cucurbita pepo, C. moschata, C. argyrosperma*) y el chilacayote (*C. ficifolia*) fueron domesticados primero, hace entre 7 mil y 10 mil años (Smith 1997); asociado a esto vino la domesticación del maíz (*Zea mays*), el frijol (*Phaseolus vulgaris, P. acutifolius y P. coccineus*) y el jitomate (*Solanum lycopersicum*); otras herbáceas domesticadas en el país son el quelite (*Amaranthus cruentus* y *A. hypochondriacus*), el epazote (*Chenopodium berlandieri*), el chile (*Capsicum annuum*), el tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*), el chayote (*Sechium edule*) y la verdolaga (*Portulaca oleraceae*); dos especies

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Géneros de angiospermas con mayor número de especies para el estado.

Grupo	Familia	Género	Núm. de especies
Dicotiledóneas	Convolvulaceae	*Ipomoea*	76
	Solanaceae	*Solanum*	54
	Leguminosae	*Desmodium*	53
	Asteraceae	*Ageratina*	50
	Asteraceae	*Verbesina*	47
	Asteraceae	*Stevia*	45
	Leguminosae	*Dalea*	35
	Solanaceae	*Physalis*	34
	Burseraceae	*Bursera*	32
	Leguminosae	*Mimosa*	32
	Lythraceae	*Cuphea*	30
	Asteraceae	*Brickellia*	28
	Asteraceae	*Viguiera*	27
	Asteraceae	*Bidens*	26
	Cactaceae	*Opuntia*	25
	Cactaceae	*Mammillaria*	25
	Leguminosae	*Senna*	25
	Asteraceae	*Roldana*	22
	Asteraceae	*Cosmos*	21
Monocotiledóneas	Poaceae	*Muhlenbergia*	60
	Orchidaceae	*Habenaria*	56
	Cyperaceae	*Cyperus*	47
	Bromeliaceae	*Tillandsia*	44
	Orchidaceae	*Malaxis*	41
	Poaceae	*Paspalum*	42
	Poaceae	*Eragrostis*	25
	Poaceae	*Panicum*	22
	Orchidaceae	*Epidendrum*	20
	Cyperaceae	*Eleocharis*	19

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Vargas-Ponce *et al.* 2013.

domesticadas por sus raíces comestibles son la jícama (*Pachyrhizus erosus*) y el camote (*Ipomoea batatas*), incluso algunas especies arbóreas fueron domesticadas en México, las más notables son el cacao (*Theobroma cacao*), el aguacate (*Persea americana*), la guayaba (*Psidium guajava*), la ciruela (*Spondias mombin* y *S. purpurea*), el guaje (*Leucaena esculenta*) y el nache (*Byrsonima crassifolia*); por último, la domesticación del nopal (*Opuntia* spp.), el algodón (*Gossypium hirsutum*), el tequila (*Agave tequilana*) y el henequén (*Agave fourcroydes*).

En el país también se domesticaron especies ornamentales, entre las que destacan la dalia (*Dahlia pinnnata*), el cempasúchil (T*agetes lucida*) y la noche buena (*Euphorbia pulcherrima*), así como muchos representantes de las familias Amaryllidaceae (tempranillas, flor de mayo), Bromeliaceae (bromelias), Cactaceae (cactos) (figura 14), Agavaceae (magueyes) (figura 15) y Crassulaceae (siempre vivas) las cuales también se utilizan como plantas ornamentales. El proceso de domesticación es continuo y no se detiene; de acuerdo con Casas y colaboradores (2007), en Mesoamérica se utilizan entre 5 mil y 7 mil especies de plantas, más de 200 de ellas muestran diferentes niveles de domesticación. En Jalisco crecen especies silvestres y cercanamente emparentadas a todas las especies domesticadas en México, las cuales son importantes en programas de mejoramiento genético, pues ofrecen la posibilidad de aumentar el rendimiento de las cosechas, también contienen genes que son resistentes a

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 14. *Mammillaria ferarubra*. Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

Figura 15. *Agave guadalajarana.* Foto: Aarón Rodríguez Contreras.

plagas, enfermedades y estrés ambiental, por lo que es necesarios su conocimiento, utilización, conservación y protección legal.

Situación y estado de conservación

En el estado no se ha documentado ningún caso de extinción de angiospermas, ni un solo ejemplo en el que se analice el estado de su conservación, sólo se pueden hacer observaciones generales con base en otros fenómenos. Hernández-López y Santiago-Pérez (2013, com. pers.) analizaron las plantas en riesgo del estado. De acuerdo con las autoras, 292 especies están incluidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, por sus siglas en inglés); además, 60 taxones tienen alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), y por último, 107 especies están mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la protección ambiental y de especies nativas de México de flora y fauna silvestres (SEMARNAT 2010).

Principales amenazas

La amenaza más seria para las angiospermas es el cambio de uso de suelo. El proceso tiene varias modalidades: crecen las zonas urbanas y se construyen caminos, presas y redes de conducción eléctrica, lo que fragmenta y disminuye la cobertura de los ecosistemas; el ganado que amenaza la sobrevivencia de las comunidades vegetales (Challenger 1998); la deforestación que modifica la composición de las comunidades vegetales y expone el suelo a la erosión. La agricultura de temporal en el desmonte y la minería a cielo abierto tienen un efecto similar; la extracción y comercialización de cactos y orquídeas es un fenómeno común que amenaza la sobrevivencia de las poblaciones.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Recomendaciones

Un estado está formado por su territorio, su gobierno y su población; y estos dos últimos son responsables del cuidado del primero. Para lograrlo se necesita buena educación y cambio de actitud de los residentes, lo cual inicia con el conocimiento de los recursos existentes, ya que no se puede apreciar ni conservar lo que no se conoce.

El disturbio y la presión sobre los ecosistemas son directamente proporcionales al tamaño de la población; entonces, es necesario disminuir el índice de su crecimiento para asegurar su conservación; en paralelo, modificar los hábitos de consumo tendría los mismos resultados. También es necesario establecer áreas naturales protegidas y asegurar el seguimiento a sus planes de manejo. En México, Arriaga y colaboradores (2000) identificaron 151 regiones terrestres prioritarias (RTP) para conservar la biodiversidad las cuales suman 504 796 km^2. Para Jalisco, los mismos autores reconocieron seis RTP para conservar la biodiversidad.

1. La cuenca del río Jesús María ubicada en los municipios Huejuquilla el Alto, Mezquitic, Bolaños y San Martín de Bolaños.
2. La sierra de Los Huicholes en los municipios Bolaños, San Martín de Bolaños, Mezquitic y Villa Guerrero.
3. La región identificada como Sierra Vallejo-Río Ameca en los municipios Mascota, Talpa de Allende, Puerto Vallarta y San Sebastián del Oeste.
4. La RTP conocida como Chamela-Cabo Corrientes ubicada en los municipios de la costa Puerto Vallarta, Cabo Corrientes, Tomatlán, La Huerta, Cihuatlán y Villa Purificación.
5. La RTP denominada Cerro Viejo-Sierras de Chapala en los municipios que rodean el lago de Chapala, Acatlán de Juárez, Chapala, Concepción de Buenos Aires, Ixtlahuacán de los Membrillos, Jamay, Jocotepec, La Barca, La Manzanilla de La Paz, Ocotlán, Poncitlán, Teocuitatlán de Corona, Tizapán el Alto, Tlajomulco de Zúñiga, Tuxcueca y Zacoalco de Torres.
6. Aunque existe la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, los autores también consideran a la región Manantlán-Volcán de Colima como un área importante para la conservación biológica, en la que se incluye a los municipios Autlán de Navarro, Casimiro Castillo, Ciudad Guzman, Cuautitlán de García Barragán, San Gabriel, Tolimán, Tonila, Tuxcacuexco, Tuxpan y Zapotitlán de Vadillo.

Referencias

APG III. 2009. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:106-121.

Arriaga, C.L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, *et al.* (coords.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. CONABIO. México. En: <*http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html*>, última consulta: 3 de octubre de 2015.

Boyle, B., N. Hopkins, L. Zhenyuan, *et al.* 2013. The taxonomic name resolution service: an online tool for automated standardization of plant names. *BMC Bioinformatics* 14: 14-16.

Brummitt, R.K. y C.E. Powell. 1992. *Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard form or their names, including abbreviations*. Royal Botanical Gardens, Kew.

Casas, A., A. Otero-Arnaiz, E. Pérez-Negrón y A. Valiente-Banuet. 2007. *In situ* Management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany* 100 (5):1101-1115.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*. CONABIO/Instituto de Biología, UNAM/Agrupación Sierra Madre, México.

Chase, M. W. y J. L. Reveal. 2009. A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:122-127.

Crane, P. R., E. M. Friis y K. R. Pederson. 1995. The origin and early diversification of angiosperm. *Nature* 374:27-33.

Cronquist, A. 1988. *The evolution and classification of flowering plants*. The New York Botanical Garden. Nueva York.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Harker, M., A.S. Monroy-Sais, E. Villa-Galaviz y J.G. González-Gallegos. 2010. Listado de especies de la familia Asteraceae (Compositacae) por municipios de Jalisco. En: *Memoria: XVIII Congreso Mexicano de Botánica: la botánica nacional en el bicentenario de la independencia*. A. Rodríguez, O. Vargas-Ponce, G. Vargas-Amado, *et al.* (eds.), Sociedad Botánica de México. Guadalajara.

Haston, E., J.E. Richardson, P.E. Stevens, *et al.* 2009. The linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:128-131.

Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, *et al.* 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.

Pickersgill, B. 2007. Domestication of plants in the Americas: insights from Mendelian and molecular genetics. *Annals of Botany* 100 (5):925-940.

Ramírez, D.R., O. Vargas, H.J. Arreola, *et al.* 2010. *Catálogo de plantas vasculares de Jalisco*. Universidad de Guadalajara/ Sociedad Botánica de México/Universidad Autónoma Metropolitana. Prometeo editores. Guadalajara.

Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lott y J. Fa (eds.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 129-145.

Smith, B. 1997. The Initial Domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10 000 years ago. *Science* 276 (5314):932-934.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

TNRS. The Taxonomic Name Resolution Service. 2013. iPlant Collaborative. Version 3.0 accessed on 2013.01.01. En: <*http://tnrs.iplantcollaborative.org*>, última consulta: 3 de abril de 2013.

Vargas-Ponce, O., R. Ramírez-Delgadillo, *et al.* 2013. Inventario de la flora vascular de Jalisco: 50 años de exploración Botánica. Proyecto Núm. 83256. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los amoles, izotes, magueyes, nardos y yucas (familia Agavaceae)

Arturo Castro Castro

Descripción

La familia Agavaceae tiene una morfología diversa y comprende a las plantas de aspecto arbóreo y a las hierbas perennes o rizomatosas en forma de roseta (amole, cabeza, penca o piña). Las hojas son suculentas o membranáceas, aplanadas o teretes, y frecuentemente son espinosas y se acomodan en espiral. Las inflorescencias (quiote o varejón) son terminales y, a menudo, de tamaño desproporcionado en relación con la planta. Las flores son bisexuales, producen abundante néctar, y los tépalos son verde amarillentos hasta púrpuras. Los frutos son globosos, secos o carnosos, y las semillas son aplanadas y negras.

Diversidad

De acuerdo con García-Mendoza y Galván (1995), Verhoek (1998) y García-Mendoza (2004), en el mundo se concentran alrededor de 337 especies agrupadas en nueve géneros: *Agave, Beschorneria, Furcraea, Hesperaloe, Hesperoyucca*, *Manfreda, Polianthes, Prochnyanthes* y *Yucca*. En México se desarrollan 261 taxa que pertenecen a nueve géneros; en Jalisco se encuentran, de forma natural, seis géneros, 61 especies, tres variedades y una subespecie; lo cual coloca al estado en primer lugar en riqueza de las agaváceas mexicanas, seguido por Oaxaca, donde crecen 58 especies (Magallán y Hernández 2000, García-Mendoza 2004).

Agave: conocido como agave, espadín, lechuguilla, maguey, masparillo, mezcal o tepemete, es el grupo más diverso y en él se reconocen alrededor de 206 especies. En México crecen 76% de ellas y 110 se consideran endémicas. En Jalisco crecen 31 especies y trece se restringen al estado (figura 1, cuadros 1; apéndice 12).

Furcraea: mejor conocido como izote, mezcal de pita o palmito. Concentra 25 especies de distribución neotropical y 52% de ellas (13 spp.) crecen en México. En Jalisco habitan dos representantes del género (15% de la diversidad total) (cuadro 1, apéndice 12).

Manfreda: conocido como amole, se integra por 34 especies, 94% se encuentran en México. Jalisco representa la región más diversa de este grupo, en el que se desarrollan 10 especies (33%) (figura 2).

Polianthes: conocido como nardo, agrupa a 18 especies y es exclusivo de México. En Jalisco crecen 13 especies y dos variedades, lo que ubica al estado como una región importante en el proceso de diversificación del grupo (figura 3).

Prochnyanthes: entre sus nombres comunes están amole, amolilla, apintli, huaco o lirio. Está integrado por una sola especie con una variación morfológica muy amplia (figura 4). Jalisco concentra un amplio intervalo de tal variación, y se plantea la hipótesis de que las profundas diferencias morfológicas dentro del grupo en esta región sugieren la existencia de un proceso de especiación aún activo (Castro-Castro *et al.* 2010).

Yucca: ampliamente conocida como yuca, se compone por alrededor de 44 especies; en el estado crecen cuatro, lo que representa 10% de la riqueza en México (cuadro 1, apéndice 12).

Castro-Castro, A. 2017. Los amoles, izotes, magueyes, nardos y yucas (familia Agavaceae). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II.* CONABIO. México, pp. 135-141.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Agaves. a) *Agave inaequidens*, b) *A. guadalajarana* y c) *A. schideigera*. Fotos: Arturo Castro Castro (a) y Aarón Rodríguez Contreras (b, c).

Figura 2. Amoles. a) *Manfreda jaliscana*, b) *M. involuta*. Fotos: Aarón Rodríguez Contreras.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Nardos. a) *Polianthes multicolor*, b) *P. platyphylla*, c) *P. longiflora* y d) *P. cernua*. Fotos: Aarón Rodríguez Contreras (a, b, c) y Arturo Castro Castro (d).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Endemismo de las agaváceas en México y Jalisco.

	Mundo	México				Jalisco			
Género	Total de especies	Núm. Especies	Abundancia (%) *	Núm. Especies endémicas	Endemismo (%) *	Núm. Especies	Abundancia (%) **	Núm. Especies endémicas	Endemismo (%) **
Agave	206	156	76	110	53	31	19	8	5
Beschorneria	7	7	100	6	86	0	0	0	0
Furcraea	25	13	52	8	32	2	15	0	0
Hesperaloë	5	5	100	4	80	0	0	0	0
Hesperoyucca	1	1	100	1	100	0	0	0	0
Manfreda	32	30	94	29	91	10	33	1	3
Polianthes	16	16	100	16	100	13	75	2	13
Prochnyanthes	1	1	100	1	100	1	100	0	0
Yucca	44	30	68	16	36	4	13	0	0
Total	**337**	**259**	**77**	**191**	**57**	**61**	**23**	**11**	**4**

* Respecto al total de especies en el mundo ** Respecto al total de especies en el país

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de este estudio.

Distribución

La distribución geográfica de las agaváceas se restringe al continente americano. Se considera que México y el suroeste de los Estados Unidos de América son centros de diversificación de las agaváceas y en nuestro país crecen todos los géneros y 259 de las especies (García-Mendoza y Galván 1995, García-Mendoza 2004, Bogler *et al.* 2006, Good-Ávila *et al.* 2006) (cuadro 1); además, 191 son endémicas del país y 11 se localizan solo en Jalisco (cuadro 1).

En cuanto a su hábitat, los amoles, izotes, magueyes, nardos y yucas crecen en casi todo los ecosistemas mexicanos, y son más frecuentes en regiones semiáridas, templadas y escasas en las zonas tropicales. En Jalisco, la mayor diversidad se encuentra en las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental, Altiplano y el Faja Volcánica Transmexicana, y se desarrollan desde el nivel del mar hasta los 3 500 m de elevación, los más frecuentes se ubican entre los 1 000 y 2 000 msnm.

Agave: los bosques de encino, encino-pino y tropical deciduo, localizados entre 1 000 y 2 000 m de elevación, representan los ecosistemas que albergan una riqueza mayor de agaves en Jalisco.

Furcraea: Jalisco y Nayarit representan el extremo norte de su distribución y, por lo general, se les encuentra en bosques templados por arriba de los 2 000 msnm en las cordilleras de la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur.

Manfreda: crece desde el sur de Estados Unidos de América hasta Honduras y El Salvador. En Jalisco es más frecuente en la Sierra Madre Occidental y la Faja Volcánica Transmexicana; con excepción del manglar, *Manfreda* se desarrolla en todos los ecosistemas presentes en el estado (Rodríguez y Castro-Castro 2007).

Polianthes: se distribuye desde el sur de Chihuahua y de Tamaulipas hasta el centro-sur de Oaxaca. Las áreas con más riqueza de especies se localizan en la Sierra Madre Occidental y la Faja Volcánica Transmexicana (Solano y Feria-Arroyo 2007).

Prochnyanthes: es endémico de México y su distribución se restringe al centro-occidente del país. En Jalisco crecen en bosques de encino y encino-pino y, con más frecuencia, en los declives de la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del Sur y la Faja Volcánica Transmexicana.

Yucca: es un componente conspicuo de las regiones áridas y semiáridas de los Estados Unidos de América y México. Con más frecuencia se desarrollan en matorrales xerófilos del Altiplano sobre los 2 000 m de elevación, aunque también ocupan bosques de encino y encino-pino de la Faja Volcánica Transmexicana.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. Huaco o lirio (*Prochnyanthes mexicana*). Foto: Arturo Castro Castro.

Importancia ecológica, económica y cultural

En México, desde la época precolombina, las aga- váceas han sido una gran fuente de satisfactores que cubren las necesidades básicas de alimentación y habitación, hasta las espirituales y de recreación (Colunga-García Marín *et al.* 2007). Desde hace por lo menos 7 mil años, los agaves han tenido considerable importancia económica y cultural para numerosos grupos indígenas y mestizos, por lo que al país se le considera centro de domesticación (García-Mendoza 2007). De acuerdo con Goncalves (1956), los códices antiguos revelan que en el México antiguo los magueyes tuvieron numerosos usos; en este sentido, Cházaro *et al.* (2007), Nieves *et al.* (2007), Saldívar y Vargas-Rodríguez (2007) describieron por lo menos 40 usos artesanales y domésticos en el occidente del país, destaca su utilización como fuente de fibras. En el estado han sido relevantes en la etnobotánica (alimento, bebida, medicina, combustible, ornato, abono, fuente de fibras y materiales para la construcción), el paisaje, la florística y la taxonomía; además, tienen gran importancia económica para varias industrias, como la del tequila, pulque, aguamiel, mezcal, raicilla y textil.

En la actualidad, desde el punto de vista económico y cultural, el interés en los agaves reside en su empleo para elaborar bebidas alcohólicas, desde el tradicional pulque de origen prehispánico aún producido en comunidades del altiplano mexicano y Oaxaca, hasta el tequila de consumo mundial que se produce en Jalisco y regiones aledañas dentro de su denominación de origen. Otros destilados del agave de menor popularidad y que en la esencia de su fabricación siguen un proceso semejante al del tequila son el mezcal, bacanora, sotol y la raicilla (Agustino-Martínez *et al.* 1995).

Las plantas completas de *Furcraea* son empleadas como ornamentales y cercos vivos; de sus hojas se extraen fibras y sus hojas e inflorescencias se utilizan en actividades religiosas (García-Mendoza 2000). En el occidente mexicano las inflorescencias de los izotes se utilizan como alimento y forraje.

En Jalisco, los tallos subterráneos de *Manfreda* y *Prochnyanthes* se maceran en agua y se utilizan como sustituto de jabón (Rodríguez y Castro-Castro 2007, Castro-Castro *et al.* 2010); además, las inflorescencias secas se usan como ornato y, como menciona Verhoek (1978), las plantas suelen ser empleadas como antídoto contra piquetes de alacrán y mordeduras de serpiente.

Varios representantes del género son importantes a nivel científico, cultural y económico. En este contexto, desde tiempos prehispánicos, *Polianthes tuberosa* y otros nardos han sido utilizados con fines medicinales, ornamentales y ceremoniales (Solano y Feria-Arroyo 2007) (figura 3).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las especies *Yucca*, además de proveer de alimento y refugio a numerosas aves, insectos y mamíferos, también son importantes en la vida tradicional de los asentamientos humanos en zonas áridas, ya que les provee materiales para la construcción, producción de fibras y curtido de pieles, así como de alimento.

Situación y estado de conservación

De las 31 especies de *Agave* presentes en el estado, *A. gypsophila y A. ornithobroma* se encuentran bajo la categoría de protección especial en la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT 2010). Sin embargo, cerca de la mitad de las especies se consideran extremadamente raras por estar restringidas a uno o dos municipios (Vázquez-García *et al.* 2007) o al occidente mexicano (cuadro 1; apéndice 12).

Muchas especies de *Polianthes* se consideran microendémicas y, como otros grupos de distribución restringida, son sensibles a las perturbaciones de su hábitat natural y son vulnerables a la extinción. *Polianthes howardii, P. longiflora* y *P. platyphylla* crecen en Jalisco y están sujetas a protección especial en la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT 2010) y fueron catalogadas como raras por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Principales amenazas

Las principales causas que afectan la permanencia y promueven la extinción de poblaciones silvestres de agaváceas en Jalisco, comprenden desde factores biológicos intrínsecos del grupo (especies microendémicas con poblaciones reducidas, baja capacidad de dispersión e infecciones) hasta impactos en los ambientes naturales causados por actividades antropogénicas (establecimiento de núcleos humanos, cambio de uso del suelo, explotación no sustentable, prácticas agrícolas, erosión del suelo y especies introducidas).

Recomendaciones

En México han sido propuestas distintas estrategias de conservación, García-Mendoza (2007), Golubov *et al.* (2007), Solano y Feria-Arroyo (2007) y Feria-Arroyo *et al.* (2010) ofrecen una revisión amplia para algunos géneros. En general, estas medidas de conservación han sido dirigidas a las prácticas *in situ* (decretar nuevas áreas naturales protegidas, monitorear poblaciones silvestres y manejo sustentable) y *ex situ* (almacenar semillas y polen, cultivar tejidos *in vitro*, extraer ADN y mantener individuos en jardines botánicos), ambas con ventajas y desventajas.

Referencias

Agustino-Martínez, A., M. Martínez-Cruz, F.J. Palma y F. Córdoba. 1995. La distribución, usos y algunas características químicas, de los agaves de Oaxaca. México. *Interciencia* 20:14-19.

Bogler, D.J., J.C. Pires y J. Francisco-Ortega. 2006. Phylogeny of agavaceae base on NDHF, RBCL, and ITS sequences: implications of molecular data for classification. *Aliso* 22:313-328.

Castro-Castro, A., A. Rodríguez, O. Vargas y R. Ramírez. 2010. Variación morfológica del género *Prochnyanthes* (Agavaceae). *Acta Botánica Mexicana* 92:29-49.

Cházaro, M., O. Valencia y M.P. Hernández. 2007. Agaves silvestres usados en la elaboración de bebidas alcohólicas. En: *Los agaves del occidente de México*. G. A. Vázquez, M. de J. Cházaro-B., G. Hernández, *et al.* Universidad de Guadalajara. Consejo Regulador del tequila-CIATEJ. Serie 3: Fronteras de Biodiversidad, pp 123-126.

Feria-Arroyo, T.P., E. Solano y A. García-Mendoza. 2010. Reevaluación del riesgo de extinción de cinco especies del género *Polianthes* (Agavaceae). *Acta Botánica Mexicana* 92:11-28.

Colunga-GarcíaMarín, P., A. Larqué-Saavedra, L.E. Eguiarte y D. Zizumbo-Villarreal. 2007. Presentación. En: *En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves*. P. Colunga-GarcíaMarín, A. Larqué-Saavedra, L.E. Eguiarte y D. Zizumbo-Villarreal (ed.). Centro de Investigación Científica de Yucatán.

García-Mendoza, A., 2000. Revisión taxonómica de las especies arborescentes de *Furcraea* (Agavaceae) en México y Guatemala. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 66: 113-129.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

—. 2002. Distribution of *Agave* (Agavaceae) in Mexico. *Cactus and Succulent Journal* 4:177-178.

—. 2004. Agaváceas. En: *Biodiversidad de Oaxaca*. M. García-Mendoza, J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología. UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México, pp. 159-170.

—. 2007. Los agaves de México. *Ciencias* 87: 14-23.

García-Mendoza, A. y R. Galván. 1995. Riqueza de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 56:7-24.

Golubov, J., M.C. Mandujano, S. Arizaga, *et al.* 2007. Inventarios y conservación de Agavaceae y Nolinaceae. En: *En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves*. P. Colunga-GarcíaMarín, A. Larqué-Saavedra, L. E. Eguiarte y D. Zizumbo-Villarreal (ed.). Centro de Investigación Científica de Yucatán, pp.133-152.

Goncalves de Lima, O. 1956. *El maguey y el pulque en los códices mexicanos*. Fondo de Cultura Económica. México.

Good-Ávila, S. V., V. Souza, B.S. Gaut y L.E. Eguiarte. 2006. Timing and rate of speciation in *Agave* (Agavaceae). *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA* 103: 9124-9129.

Magallán, H.F. y L. Hernández. 2000. La familia Agavaceae en el estado de Querétaro. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 66:103-112.

Nieves, G.H., H. Luquín y J.M. Ayala. 2007. Fibras y artesanías con *Agave*. En: *Los agaves del occidente de México. Universidad de Guadalajara*. Vázquez, G. A., M. de J. Cházaro-B., G. Hernández, *et al.* (eds.). Consejo Regulador del tequila-CIATEJ. Serie 3: Fronteras de Biodiversidad, pp 119-122.

Rodríguez, A. y A. Castro-Castro. 2007. Potencial ornamental de los amoles (*Manfreda*, Agavaceae) en México. *Ibugana* 15:3-11.

Saldívar, S.M. y Y.L. Vargas-Rodríguez. 2007. Usos de agaves en el México prehispánico. En: *Los agaves del occidente de México. Universidad de Guadalajara*. G.A. Vázquez, M. de J. Cházaro-B., G. Hernández, *et al.* Consejo Regulador del tequila-CIATEJ. Serie 3: Fronteras de Biodiversidad, pp.112-118.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Solano, C.E. y T.P. Feria-Arroyo. 2007. Ecological niche modeling and geographic distribution of the genus *Polianthes* L. (Agavaceae) in Mexico: using niche modeling to improve assessments of risk status. *Biodiversity and Conservation* 16: 1885–1900.

Vázquez, G.A., M. de J. Cházaro-B., G. Hernández, *et al.* 2007. Los agaves del occidente de México. Universidad de Guadalajara. Consejo Regulador del tequila-CIATEJ. Serie 3: Fronteras de Biodiversidad.

Verhoek, S. 1978. Huaco and amole: a survey of the uses of *Manfreda* and *Prochnyanthes*. *Economic Botany* 32:124-130.

—. 1998. Agavaceae. En: *The families and genera of vascular plants III: flowering plants. Monocotyledons, Llianae (except Orchidaceae)*. Kubitzki, K. (ed.). Springer, Berlín, pp. 60-70.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las compuestas (familia Asteraceae o Compositae)

Mollie Harker

Descripción

La familia Asteraceae o Compositae, también conocida como de las compuestas, es la más exitosa entre las plantas con flores. Se distinguen porque presentan varias flores pequeñas dentro de una cabezuela, y pueden ser de dos tipos: algunas en la periferia con una lígula como pétalo largo, y otras tubulares en el centro de la cabezuela (figura 1). En otras especies todas las flores son iguales de forma tubular hasta filiformes, muy delgada (figura 2). Las semillas son secas como un grano y, a menudo, con ornamentación de barbas o pelos que ayudan en su dispersión.

Diversidad

Se calcula que existen 23 mil especies en 1 535 géneros (Bremer *et al.* 1994). Para México, Rzedowski (1991) y Villaseñor *et al.* (1998) proponen la presencia de 2 400 a 3 084 especies en 314 a 402 géneros de Asteraceae respectivamente; de las cuales 63% son plantas cuya distribución está restringida en el país (Villaseñor 1993, Turner y Nesom 1998). México es uno de los principales centros de diversificación de la familia, y especialmente de la tribu Heliantheae (Villaseñor 1991). Con base en información de ejemplares de los herbarios del Instituto de Botánica de la

Figura 1. Mirasol (*Cosmos mcvaughii*). Foto: Mollie Harker.

Harker, M. 2017. Las compuestas (familia Asteraceae o Compositae). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 143-149.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Peyote del cerro (*Roldana sessilifolia*). Foto: Mollie Harker.

Universidad de Guadalajara (IBUG), del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU) y referencias bibliográficas, en especial de McVaugh (1984) y Ramírez y colaboradores (2010), la riqueza de Asteraceae, reconocida en el estado, cuenta a 889 especies que incluyen 144 taxa infraespecíficos y a 177 géneros (apéndice 13). Estas representan 14% de plantas vasculares en Jalisco. De las especies de Asteraceae, 60% son hierbas, 30% arbustos, 9% árboles y 1% trepadoras. Un total de 70 (39%) de los géneros cuenta con solo una especie, mientras que los géneros más ricos son *Ageratina* (50 especies), *Verbesina* (47 especies) y *Stevia* (45 especies) seguidos por *Bidens* (26 especies) *Brickellia* (28 especies), *Roldana* (22 especies) (figura 2) y *Viguiera* (27 especies). En Jalisco se encuentra 25% de los géneros endémicos de México (Villaseñor 2004), que representan 20 de las tribus que reconocen Funk *et al.* (2009), pero 70% de la riqueza se localiza en las tribus Heliantheae, Eupatorieae, Astereae y Senecioneae.

Distribución

Las compuestas tienen una distribución cosmopolita y agrupan 10% de toda la flora del mundo. En Jalisco crecen desde el nivel del mar hasta los 4 000 msnm; prosperan en casi todos los hábitats, pero en las zonas templadas y semiáridas existe el mayor número de especies. La exploración botánica no ha sido igual en todo el territorio del estado por la complejidad de su topografía, esto significa que el estado comparte especies de la zona costera, la Faja Volcánica Transmexicana, la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre del Sur y el Altiplano Mexicano, y se estima que falta 40% de su territorio por ser explorado (Ramírez *et al.* 2010).

Villaseñor y Ortiz (2007) documentan que la Faja Volcánica Transmexicana es un centro de diversificación de Asteraceae; otras zonas con listas florísticas de la riqueza de Asteraceae (Vargas *et al.* 2002) son el bosque La Primavera y la barranca del río Santiago que colindan con la ciudad de Guadalajara, la sierra de Manantlán, el Nevado de Colima, la sierra de Tequila y la bahía de Chamela en la costa del Pacífico; otros más recientes son sobre la región norte de Jalisco (Vázquez-García *et al.* 2004) y el municipio de San Sebastián del Oeste (Reynoso *et al.* 2007). Desde 2008 los miembros del herbario IBUG se han interesado en la exploración de las zonas menos conocidas, como la sierra de Quila, la sierra de Cacoma, la sierra del Tigre, El Cuale y los municipios Talpa de Allende y Mascota.

Se analizó la distribución de Asteraceae en Jalisco con base en la delimitación política de los municipios (124). Al consultar bibliografía y ejemplares en el herbario IBUG, se generó un listado de las especies en cada municipio, los que tienen más diversidad son Zapopan (262 especies), Autlán de Navarro (252), Cuautitlán de Barragán (237), Guadalajara (204), Tapalpa (168), Mezquitic (167), Tequila (149) y Tonalá (140) (figura 3). Se encontró también que 22% de las especies han sido colectadas en solo un municipio.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

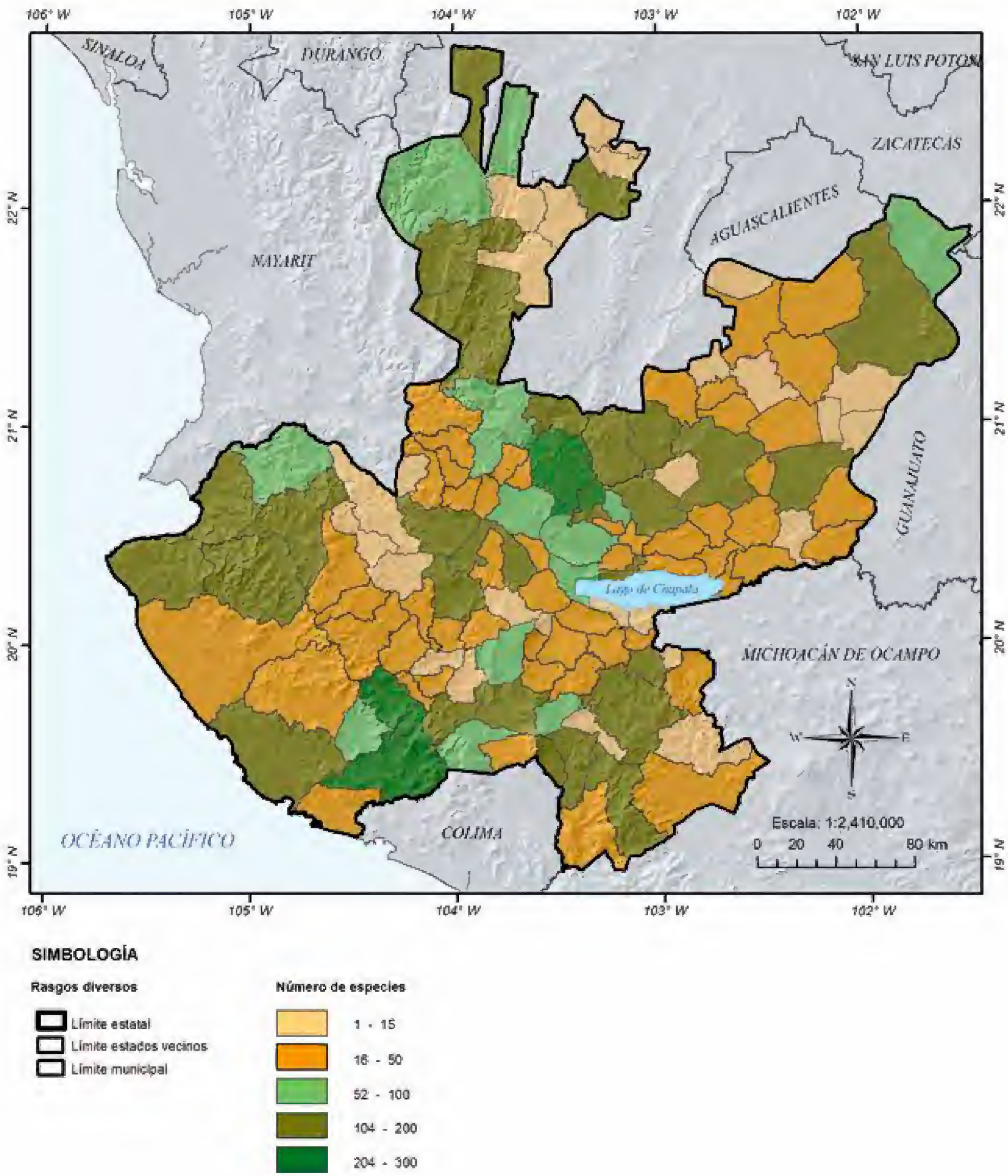


Figura 3. Riqueza de Asteraceae por municipio. Fuente: elaboración propia con datos del autor.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Importancia ecológica, económica y cultural

Algunas compuestas abundan entre los campos de cultivo, y son llamadas *arvenses* o *malezas*. Villaseñor y Espinosa (1998) reportan 277 especies de Asteraceae con estos comportamientos. Los géneros de arvenses más comunes son *Aldama, Bidens, Galinsoga, Melampodium, Parthenium, Sonchus, Taraxacum, Tithonia y Xanthium*. En zonas con disturbio (a lo largo de caminos, claros en los bosques o potreros con pastoreo) las compuestas aparecen muy pronto y desempeñan una función ecológica al frenar la erosión del suelo, aunque podrían evitar que se restablezcan especies silvestres.

Los géneros más comunes en zonas con bosque tropical caducifolio son *Cosmos, Dyssodia, Heterotheca, Parthenium, Simsia, Tagetes, Tithonia, Verbesina* y *Viguiera*. En los bosques templados de *Quercus* y *Pinus* algunas compuestas de los géneros *Ageratina, Podachaenium, Roldana, Rumfordia* y *Stevia* (figura 4) pueden comportarse así después del disturbio. Las propiedades químicas de algunas compuestas como *Schkuhria pinnata*, *S. schkuhrioides* y *Roldana guadalajarensis* son venenosas para el ganado, por lo que es importante eliminarlas de las áreas dedicadas para pastoreo o restringir el área para este uso.

En Jalisco se cultivan cuatro especies de importancia económica. Del cártamo (*Carthamus tinctorius*) y del girasol (*Helianthus annuus*) (figura 5) se obtiene aceite comestible; además, los aquenios del girasol son consumidos por los humanos y por animales domésticos, y del cártamo se extrae un tinte natural. La lechuga (*Lactuca sativa*) se utiliza como verdura fresca, y de la alcachofa (*Cynara scolymus*) se consume la cabezuela de flores cocida cuando todavía está en botón.

Varias especies de la flora de Jalisco se aprovechan localmente. En medicina tradicional se utiliza el árnica (*Heterotheca*), el gordolobo (*Pseudognaphalium*), la manzanilla (*Chamomilla*), el estafiate (*Artemesia*) y el anís (*Tagetes*). El palo rosa (*Viguiera quinqueradiata*) es útil en la fabricación de los equipales, una importante fuente de ingresos nacional e internacional para los habitantes de Zacoalco de Torres; por último, el mirasol (*Cosmos* spp.), el cempasúchil (*Tagetes* spp.), el crisantemo (*Chrysanthemum* spp.), el tacote (*Tithonia*), la zinia (*Zinnia* spp.) y la dalia (*Dahlia* spp.) son ornamentales. Es importante resaltar que la dalia (*Dahlia coccinea*) es la flor representativa de México (figura 6).

La flora de México tiene 56 especies introducidas de Asteraceae, la mayoría del Viejo Mundo y, de ellas, 14 se encuentran en Jalisco; de las especies cultivadas, solamente el girasol es nativa de México, mientras que el cártamo, la lechuga y la alcachofa son introducidas. En comparación con otros estados del país, Jalisco mantiene alta diversidad en especies nativas de Asteraceae que, por sus características químicas, probablemente limite o prohíba que se establezcan especies invasoras de otras partes del mundo (Villaseñor y Espinosa 2004).

Situación y estado de conservación

Como resultado de los cambios de uso del suelo y climáticos, Turner y Nesom (1998) estiman que 24% de las especies compuestas en México están en peligro de extinción, aunque solamente *Zinnia violácea* (figura 7) tiene categoría de amenazada en la NOM 059 (SEMARNAT 2010) y no es endémica del estado. Ellos señalan qué aspectos hidrológicos definen lugares de amenaza para las compuestas, por lo que los esfuerzos de colecta y decretos de zonas de protección en Jalisco deben tener prioridad sobre cuencas, humedales y ríos. La conservación de las compuestas es un reto, porque muchas especies tienen distribución restringida y faltan áreas protegidas para asegurar su sobrevivencia.

Oportunidades o acciones de conservación

Las cifras sobre diversidad de Asteraceae continuamente cambian debido a las descripciones de nuevas especies y revisiones taxonómicas

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. Hierba del gusano (*Stevia serrata*). Foto: Mollie Harker.

Figura 5. Girasol (*Helianthus annuus*). Foto: Mollie Harker.

Figura 6. Dalia (*Dahlia coccinea*). Foto: Mollie Harker.

Figura 7. Zinia (*Zinnia violacea*). Foto: Mollie Harker.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 8. *Pericome macrocephala*. Foto: Mollie Harker.

que se apoyan en los avances de evidencias micromorfológicas y moleculares que permiten distinguir particularidades no consideradas en las descripciones originales.

El trabajo de exploración provee ejemplares que enriquecen la evidencia sobre la distribución de las especies. Estos, guardados en los herbarios locales, están disponibles para consultar y documentar la flora de sitios antes desconocidos o escogidos para el cambio del uso de suelo. Esto es indispensable para aprovechar o conservar adecuadamente los recursos. Un ejemplo de nuestro trabajo es una colecta de *Pericome macrocephala* (figura 8) en el bosque La Primavera; esta especie antes se conocía únicamente en Durango, colectada en 1906 por Edward Palmer; desafortunadamente, en Jalisco, el lugar de la colecta es la falda de la zona protegida cerca de Guadalajara y con significante presión hacía el desarrollo urbano.

Conclusión y recomendaciones

La diversidad mostrada por la familia Asteraceae se debe a su amplio potencial para adaptarse a nuevos sitios (después de la acción humana o resultado de cambios naturales), y su conservación depende del conocimiento que se tiene de ella. Se recomienda continuar la exploración botánica en las zonas montañosas menos conocidas, como las sierras de Cacoma, del Tigre y El Cuale y en los municipios Mascota, San Sebastián del Oeste y Talpa de Allende. Esto requiere taxónomos con la capacidad de identificar o determinar las especies y publicar los resultados; luego se podrá establecer el uso sostenible de las áreas con más riqueza o con especies de distribuciones restringidas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Bremer, K. with assistance of A.A. Anderberg, P.O Karis, B. Nordenstam, J. Lundberg y O. Ryding. 1994. *Asteraceae: cladistics and classification*. Timber Press. Portland.

Castro-Castro, A., A. Rodríguez, G. Vargas-Amado y M. Harker. 2012. Diversidad del género *Dahlia* (Asteraceae: Coreopsideae) en Jalisco, México y descripción de una especie nueva. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:347-358.

Castro-Castro, A., M. Harker, G. Vargas-Amado y A. Rodríguez. 2013. Two new species of *Cosmos* section Discopoda (Corepsideae: Asteraceae) from Jalisco, México. *Phytotaxa* 146(2):35-49.

Castro-Castro, A., O. Zuno-Delgadillo, M.A. Carrasco-Ortiz, M. Harker y A. Rodríguez. 2015. Novedades en el género *Dahlia* (Asteraceae: Coreopsideae) en Nueva Galicia, México. *Botanical Sciences* 93(1): 41-51.

Funk, V.A., A. Susanna, T.F. Stuessy y R.J. Bayer (eds.). 2009. *Systematics, evolution, and biogeography of Compositae*. International Association for Plant Taxonomy. Vienna.

McVaugh, R. 1984. Compositae. En: *Flora Novo-Galiciana, vol. 12.* W.R. Anderson (ed.). University of Michigan Herbarium Press, Ann Arbor.

Ramírez, D.R., O. Vargas, H.J. Arreola, *et al.* 2010. *Catálogo de plantas vasculares de Jalisco*. Prometeo. Guadalajara.

Reynoso, D. J. J., L. Hernández, R. Ramírez, *et al.* 2007. Catálogo preliminar de la flora vascular y microbiota del municipio de San Sebastián del Oeste, Jalisco, México. *Ibugana* 14(1-2):51-91.

Rzedowski, J. 1991. El endemismo de la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15:47-64.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Turner, B.L. y G.L. Nesom. 1998. Biogeografía, diversidad y situación de peligro o amenaza de Asteraceae de México. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 545-561.

Vargas, P.O., M. Cedano y L. Hernández. 2002. Catálogo de los trabajos botánicos en Jalisco. *Scientia-CUCBA* 4(2): 151-172.

Vázquez-García, J.A., M. Cházaro, G. Nieves, *et al.* 2004. *Flora del norte de Jalisco y etnobotánica huichola*. Universidad de Guadalajara.

Villaseñor, J.L. 1991. Las Heliantheae endémicas a México: una guía hacía la conservación. *Acta Botánica Mexicana* 15: 29-46.

—. 1993. La familia Asteraceae en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Vol. Esp. (XLIV):117-124.

—. 2004. Los géneros de las plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 105-135.

Villaseñor, J.L., G. Ibarra y D. Ocana. 1998. Strategies for the conservation of Asteraceae in Mexico. *Conservation Biology* 12(5):1066-1075.

Villaseñor, R.J.L. y F.J. Espinosa. 1998. *Catálogo de malezas de México*. Ediciones científicas Universitarias. Serie Texto Científico Universitario. UNAM/Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario/Fondo de Cultura Económica. México.

—. 2004. The alien flowering plants of Mexico. Diversity and distributions. *A journal of biological invasions and biodiversity* 10(2):113-123.

Villaseñor, J.L. y E. Ortiz. 2007. La familia Asteraceae, En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM. México, pp. 289-310.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los cactus (familia Cactaceae)

Hilda Julieta Arreola Nava y Raúl Manuel Ramírez Ulloa

Descripción

En esta familia se clasifican los nopales, las biznagas, los órganos y los pitayos. Su característica distintiva son las areolas, que son estructuras meristemáticas de las que surgen tricomas o lana, espinas, flores, frutos, raíces y nuevos tallos. En la mayoría de estas especies, las hojas laminares evolucionaron a espinas que las protegen de sus depredadores y les proporcionan una cubierta contra los rayos solares. Cuando hay hojas, estas son caducas o reducidas a pequeñas estructuras que pronto se secan. La actividad fotosintética se realiza en el tallo, el cual es voluminoso para almacenar agua, como adaptación a las condiciones de aridez.

Diversidad

Las cactáceas son una familia sobresaliente de la flora mexicana que destaca, principalmente, en las zonas áridas y semiáridas. Agrupa a 669 especies (Guzmán *et al.* 2003) que representan 45% de las 1 500 que hay en América (Hunt 2006). De las especies mexicanas, 77.4% son endémicas. En Jalisco existen 110 especies de cactáceas agrupadas en 27 géneros (apéndice 14).

En la entidad, los géneros con la mayoría de especies son *Opuntia* y *Mammillaria*. Le siguen en número de especies el género *Coryphanta* con seis, y *Selenicereus, Stenocactus* y *Stenocereus* con cinco cada una, mientras que en los otros géneros el número es menor (cuadro 1).

Cuadro 1. Géneros y número de especies de cactáceas presentes en el estado.

Género	Núm. de especies	Porcentaje respecto al total (%)
Mammillaria	25	22.73
Opuntia	25	22.73
Coryphantha	6	5.45
Echinocereus	5	4.55
Selenicereus	5	4.55
Stenocactus	5	4.55
Stenocereus	5	4.55
Ferocactus	3	2.73
Hylocereus	3	2.73
Nopalea	3	2.73
Peniocereus	3	2.73
Cylindropuntia	2	1.82
Epiphyllum	2	1.82
Heliocereus	2	1.82
Melocactus	2	1.82
Pereskiopsis	2	1.82
Pilosocereus	2	1.82
Acanthocereus	1	0.91
Backebergia	1	0.91
Isolatocereus	1	0.91
Marginatocereus	1	0.91
Myrtillocactus	1	0.91
Neobuxbaumia	1	0.91
Nyctocereus	1	0.91
Pachycereus	1	0.91
Pseudorhipsalis	1	0.91
Rhipsalis	1	0.91

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Arreola-Nava 1990 y Ramírez-Delgadillo *et al.* 2010.

Distribución

Por su posición geográfica, en Jalisco confluyen varias provincias fisiográficas de México, como la Depresión del Balsas, la Sierra Madre del Sur, la

Arreola-Nava, H.J. y R.M. Ramírez-Ulloa. 2017. Los cactus (familia Cactaceae). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado* VOL. II. CONABIO. México, pp. 151-156.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Transmexicana y el Altiplano Mexicano. Esto hace que su flora cactológica sea variada (Rzedowski 1978); las cactáceas se distribuyen desde el nivel del mar hasta cerca de los 4 000 msnm en el Nevado de Colima, y se encuentran en tipos de vegetación muy diversos, como el bosques de coníferas, bosques de *Quercus*, los bosques tropicales, pastizales y matorrales xerófilos.

Los cactus se presentan en tres tipos de hábitos de crecimiento, epífitos, rupícolas y terrestres; estos últimos son los más comunes y abundantes, en tanto que las cactáceas epífitas son frecuentes en los lugares boscosos sobre especies de árboles como *Quercus* spp. y *Ficus* spp. Las cactáceas rupícolas tienen requerimientos más específicos, por lo que muchas de ellas son endémicas. Los sustratos son muy variados y crecen sobre afloramientos de basalto, caliza, granito u obsidiana; algunas de estas son especies del género *Mammillaria*, como *M. albilanata* subsp. *reppenhagenii*, *M. berkiana*, *M. densispina*, *M. fittkaui*, *M. jaliscana*, *M. nunezii*, *M. perezdelarosae* (figura 1), *M. rettigiana*, *M. senilis*, *M. xaltianguensis* y *M. zephyranthoides*.

Figura 1. *Mammillaria perezdelarosae* es una de las biznaguitas más atractivas de Jalisco. Foto: Hilda Julieta Arreola Nava.

Importancia ecológica, económica y cultural

México tiene una gran tradición en el uso y manejo de las cactáceas, que se remonta a la época prehispánica. Se destaca el consumo del nopal y de frutos como la tuna, el xoconostle, la pitaya, la pitahaya, el garambullo, entre otras. Las especies con hábito epífito se cultivaban, principalmente, como plantas ornamentales por sus flores, que son grandes, coloridas y fragantes; por su parte, los cactus también se utilizaban como plantas rituales y medicinales.

Desde el punto de vista comercial, en las zonas centro y sur de Jalisco, en los municipios de Amacueca, Atoyac, Autlán, Ciudad Guzmán y Techaluta, destaca el cultivo de *Stenocereus queretaroensis* para producir pitaya (Pimienta-Barrios 1999). Los sembradíos de nopal tunero se extienden en los municipios Lagos de Moreno y Ojuelos de Jalisco (González-Durán *et al.* 2001), mientras que el cultivo de nopal para verdura se centra en el municipio Zapopan. Desde la década de los noventas, en la ribera norte del lago de Chapala se ha desarrollado, en viveros especializados, una prominente producción comercial de cactus ornamentales cultivados, nativos y exóticos que abastecen gran parte del mercado nacional y local. Esta práctica ha ayudado a disminuir la presión sobre recolección en los hábitats naturales de varias especies que se ofrecen en venta, tales como *Mammillaria bombycina*, *M. densispina*, *M. fittkaui*, *M. jaliscana*, *M. manana*, *M. mazatlanensis*, *M. perezdelarosae*, *M. senilis*, *Ferocactus histrix*, *F. latispinus*, entre otros.

Situación y estado de conservación

De las 110 especies de cactáceas que habitan en el estado, 21 taxones se catalogan en alguna

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

categoría de riesgo con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010; de ellos, 17 están sujetos a protección especial, tres especies son amenazadas y una está en peligro de extinción (cuadro 2).

En las seis diferentes áreas protegidas de Jalisco (Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Parque Nacional Volcán Nevado de Colima, Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila y Zonas de Protección de la Tortuga Marina en la costa de Jalisco), las labores de conservación se restringen a mantener el recurso en su hábitat natural; sin embargo, no existe algún programa de reproducción o monitoreo de las cactáceas que allí existen. A pesar de que son varios los cactus de Jalisco en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, las áreas naturales protegidas de Jalisco sólo cubren ocho especies (38%) que están distribuidas principalmente en la costa. En la región del noreste, que está enclavada en el Altiplano Mexicano y corresponde a los municipios Ojuelos de Jalisco y Lagos de Moreno, no existen áreas de protección o reservas a pesar de que en esta zona se distribuyen varias cactáceas que están en la categoría de sujetas a protección especial, y otras tantas que se aprovechan para la producción de tuna, pitaya y como forraje para el ganado.

Principales amenazas

Las amenazas hacia las poblaciones silvestres de las cactáceas son las mismas que afectan en todo el país, como el cambio en el uso de suelo por el crecimiento poblacional. En este sentido, las obras de infraestructura turística en el litoral de Jalisco son las que más afectan los manglares y los bosques tropicales, en este último tipo de vegetación es donde se distribuyen especies como *Melocactus curvispinus* subsp. *curvispinus*, *Melocactus curvispinus* subsp. *dawsonii* (figura 2), *Mammillaria mazatlanensis* (figura 3), *M. xaltianguensis, Opuntia excelsa*, *Rhipsalis baccifera*, *Psudorhipsalis ramulosa, Peniocereus cuixmalensis, P. castellae, Pereskiopsis aquosa* (figura 4) *Selenicereus atropilosus, S. murillii y S. dorschii*, de las que no todas figuran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 2. Cactáceas y su categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Núm.	Nombre científico	Categoría de riesgo
1	*Backebergia militaris*	Sujeta a protección especial (Pr)
2	*Echinocereus pulchellus* subsp. *pulchellus*	
3	*Echinocereus pulchellus* subsp. *weinbergii*	
4	*Ferocactus histrix*	
5	*Ferocactus reppenhagenii*	
6	*Mammillaria albilanata* subsp. *reppenhagenii*	
7	*Mammillaria bombycina*	
8	*Mammillaria crinita* subsp. *crinita*	
9	*Mammillaria karwinskiana* subsp. *beiselii*	
10	*Mammillaria perezdelarosae*	
11	*Mammillaria rettigiana*	
12	*Mammillaria xaltianguensis*	
13	*Opuntia excelsa*	
14	*Peniocereus cuixmalensis*	
15	*Peniocereus tepalcatepecanus*	
16	*Selenicereus atropilosus*	
17	*Stenocactus coptonogonus*	
18	*Mammillaria senilis*	Amenazada (A)
19	*Mammillaria zephyranthoides*	
20	*Melocactus curvispinus* subsp. *dawsonii*	
21	*Melocactus curvispinus* subsp. *curvispinus*	En peligro de extinción (P)

Fuente: elaboración propia a partir de datos de SEMARNAT 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. *Melocactus curvispinus* subsp. *dawsonii*, crece a la orilla del mar en acantilados rocosos. Foto: Hilda Julieta Arreola Nava.

Figura 3. *Mammillaria mazatlanensis* es muy abundante en la costa de Jalisco. Foto: Hilda Julieta Arreola Nava.

Figura 4. *Pereskiopsis aquosa* es una de las especies más primitivas y se cultiva por la belleza de sus flores y porque su fruto es comestible. Foto: Hilda Julieta Arreola Nava.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En las zonas áridas del norte y noreste del estado, el desmonte y sobrepastoreo han provocado la erosión y pérdida de la cubierta vegetal que incluye plantas que sirven como nodriza para que se establezcan las cactáceas y, como resultado de la quema de pastizales, las nopaleras también han sido afectadas por la proliferación de plagas y enfermedades. En las zonas cercanas a los núcleos urbanos todavía se observa el comercio informal de cactus, producto de la recolecta silvestre de plantas, la cual se lleva a cabo, sobre todo, en época decembrina cuando se adornan los "nacimientos" con cactus y se ofrecen en los mercados especies como *Ferocactus latispinus*, *Mammillaria jaliscana, M. densispina, M. scrippsiana* y *Coryphantha* sp.

También es frecuente el comercio de ramas de las especies columnares (órganos) como *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Pilosocereus alensis* (pitayo barbón), o de *Mammillaria scrippsiana* en adornos de macetas.

La recolección de *Ferocactus histrix* (figura 5) para la elaboración de acitrón o biznaga es una práctica constante porque varias empresas en Guadalajara y otras ciudades producen este dulce típico de la región, pese a que la especie está incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de sujeta a protección especial. En el campo, los ejemplares más grandes de esta biznaga cada vez son más escasos o están confinados a laderas inaccesibles y, con el tiempo, tienden a disminuir.

Acciones de conservación

Con el objetivo de estudiar las cactáceas de Jalisco, la Universidad de Guadalajara cuenta con una colección científica de plantas vivas y se han establecido protocolos de propagación y cultivo de las especies nativas de la región y de algunas endémicas de México. Las plantas madre y germoplasma son aprovechadas en la reproducción de especies como *Ferocactus histrix, F. latispinus, F. reppenhagenii, Melocactus curvispinus* subsp. *dawsonii, Mammillaria bombycina, M. crinita, M. densispina, M. mazatlanensis, M. perezdelarosae* (figura 1) y *M. xaltianguensis*, entre otras, para su eventual reintroducción en áreas donde se

Figura 5. *Ferocactus histrix* es una de las biznagas más grandes de la región y se aprovecha para la elaboración del dulce de biznaga o acitrón. Foto: Hilda Julieta Arreola Nava.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

garantice su crecimiento y conservación, ya sea de manera *ex situ* o *in situ*. Sin embargo, por ser vegetales de lento crecimiento este programa es a largo plazo.

Otro eje de acción sobre esta familia de plantas representativa de México es la educación ambiental, con la cual se informe acerca de su importancia, el valor de su diversidad y el deterioro que sufren sus poblaciones y que puede desencadenar una pérdida significativa. Las actividades están dirigidas a estudiantes de nivel preescolar hasta educación superior, y consisten de cursos de verano, conferencias, talleres y visitas guiadas a los invernaderos y jardines del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Esta universidad incide en las sociedades de aficionados al cultivo de cactáceas, como Nakari Sociedad Jalisciense, para el estudio de las cactáceas y otras plantas suculentas, a través de la organización de exposiciones, talleres, excursiones y muestras gastronómicas en los que se destaca la cultura en torno a esta familia botánica.

Recomendaciones

Los esfuerzos que realizan el gobierno estatal, federal y la Universidad de Guadalajara en las áreas de protección y reservas resultan insuficientes para proteger a las poblaciones silvestres de cactáceas, puesto que las causas del deterioro ambiental son diversas y complejas. No basta establecer los lineamientos generales de acción, es necesario actuar directamente en las comunidades donde se desarrollan y aprovechan las cactáceas; se requiere trabajar en conjunto con los productores e informarles acerca del potencial de las especies y enseñarles la forma de aprovechar sus recursos de manera sostenible; de igual manera, es indispensable buscar los recursos financieros que apoyen la formación de viveros comunitarios para propagar las especies, así como microempresas que desarrollen productos derivados de las plantas de la región para que extiendan su comercialización más allá del ámbito local.

Referencias

Arreola-Nava, H. J. 1990. Inventario de las cactáceas de Jalisco y su distribución. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 35(1): 3-12.

González-Durán, A., M.E. Riojas-López y H.J. Arreola-Nava. 2001. *El Género Opuntia en Jalisco. Guía de campo*. CONABIO/ Universidad de Guadalajara. Guadalajara.

Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. Catálogo de cactáceas mexicanas. CONABIO/UNAM. México.

Hunt, D. (ed.). 2006. *The new Cactus Lexicon*. DH Books. Milborne Port. Inglaterra.

Hunt, D. 2012. NCL updates etc, *Selenicereus*. *Cacataceae Systematics Initiatives* 26: 19.

Pimienta-Barrios, E. 1999. *El pitayo en Jalisco y especies afines en México*. Fundación Produce Jalisco/Universidad de Guadalajara. Guadalajara.

Ramírez-Delgadillo, *et al.* 2010. *Catálogo de plantas vasculares de Jalisco*. Universidad de Guadalajara/Sociedad Botánica de México/Universidad Autónoma Metropolitana. Guadalajara.

Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa. México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Leguminosas (familia Leguminosae)

Jesús Jacqueline Reynoso Dueñas y Nydia Jiménez Guzmán

Descripción

De manera tradicional se ha tratado a la familia Leguminosae como las subfamilias Mimosoideae, Caesalpinioideae y Papilionoideae (Faboideae o Lotoideae) (Heywood 1971, 1993, Zomlefer 1994, Rzedowski y Calderón 1997). Otros autores las consideran como las familias Mimosaceae, Caesalpiniaceae y Papilionaceae (Fabaceae) (Hutchinson 1973, Cronquist 1981, Jones 1987, Heywood 1993, Zomlefer 1994), o sólo como la familia Fabaceae (APG 2009). Son plantas herbáceas anuales o perennes, erectas, trepadoras o postradas, arbustivas, bejucos o arbóreas, que pueden tener espinas u hojas modificadas (estípulas) grandes y llamativas o muy pequeñas. Las hojas tienen uno, tres o numerosos foliolos y, en ocasiones, se presentan con forma de resorte (zarcillos). Casi sin excepción, las flores presentan dos sexos, son de color blanco, rosa, rojo, púrpura, amarillo o anaranjado, y están dispuestas de manera solitaria o en racimos, panículas, espigas o cabezuelas; el cáliz y la corola son de cinco partes cada una, y tienen alrededor de 10 estambres; el fruto es una vaina o legumbre que abre o permanece cerrada y puede ser de gran variedad de formas: delgada, redondeada, y con una o muchas semillas aplanadas o en forma de riñón (figuras 1-6).

Figura 1. *Erythrina montana.* Foto: Jesús Padilla Lepe.

Reynoso D., J.J. y N. Jiménez-Guzmán. 2017. Leguminosas (familia Leguminosae). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 157-163.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. *Hymenaea courbaril.* Foto: Jesús Jacqueline Reynoso Dueñas.

Figura 3. *Erythrina breviflora.* Foto: Esteban Alberto Suárez Muro.

Figura 4. *Mimosa benthamii*. Foto: Esteban Alberto Suárez Muro.

Figura 5. *Enterolobium cyclocarpum.* Foto: Jesús Jacqueline Reynoso Dueñas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 6. *Lysiloma microphyllum*. Foto: Esteban Alberto Suárez Muro.

Diversidad

A escala mundial, la familia de las leguminosas agrupa de 630 a 700 géneros y de 17 mil a 18 mil especies (Lawrence 1951, Heywood 1993). En México está representada con 130 géneros y 1 800 especies (Rzedowski y Calderón 1997). En la región de Nueva Galicia, que incluye la totalidad de Jalisco y Colima, y parte de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato y Michoacán, se registran 91 géneros con alrededor de 550 especies (McVaugh 1987).

Cuadro 1. Géneros de leguminosas más ricos en especies.

Géneros	Especies	Infraespecies	Taxones
Desmodium	48	9	53
Dalea	29	15	35
Mimosa	29	5	32
Senna	24	10	25
Tephrosia	22	2	23
Phaseolus	22	3	23
Acacia	19	0	19
Lonchocarpus	19	2	19
Crotalaria	17	2	17

Fuente: elaboración propia a partir de datos del herbario IBUG y revisión de literatura.

En Jalisco se catalogan 97 géneros y 577 especies (Ramírez-Delgadillo *et al.* 2010). En el herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG) existe la colección florística más representativa de este grupo vegetal para el occidente de México. En el estado se registran 459 especies, de un total de 560 taxones, (88 variedades y ocho subespecies) que corresponden a 100 géneros (apéndice 15). Los géneros más ricos se muestran en el cuadro 1.

Distribución

Las leguminosas son cosmopolitas y crecen en diversas condiciones ambientales. En este sentido, sólo son superadas por las gramíneas (zacates o pastos) que prosperan en una mayor variedad de hábitats. En Jalisco, las especies de esta familia presentan una distribución más amplia en los bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios. Se cuenta con trabajos florísticos generales y otros muy completos realizados en áreas naturales protegidas de Jalisco y en vastas zonas geográficas en las que las leguminosas constituyen un componente muy significativo; por ejemplo en la Sierra de Manantlán (Vázquez-García *et al.* 1995), en el norte de Jalisco (Vázquez-García *et al.* 2004), en Piedras Bola en Ahualulco del Mercado (Contreras *et al.* 2000), entre otras. El estudio más detallado acerca de este grupo de plantas es, sin duda, el de *Leguminosae* (McVaugh 1987) de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

la serie *Flora Novo-Galiciana*, obra que incluye claves dicotómicas, descripciones, ilustraciones, información conocida sobre nombres vulgares, fenología y distribución de aproximadamente 600 especies (cuadro 2). El cuadro 3 muestra algunos ejemplos de leguminosas de acuerdo al tipo de distribución.

Importancia ecológica, económica y cultural

Poseen gran importancia ecológica, ya que varias de sus especies constituyen elementos primarios de algunas comunidades vegetales, aportan al suelo considerables cantidades de nitrógeno, y algunas representan el hábitat de un sinfín de especies vegetales y animales. A escala mundial, nacional y local, esta familia botánica cuenta con elementos de importancia económica: alimentos, medicinas, forrajes, abonos verdes, cobertura vegetal, biorremediación, maderas, leña, carbón, aceites esenciales, colorantes, néctares, cercos vivos, artesanías, ornamentos e instrumentos para la construcción, también existen otras especies que son insecticidas, espinosas o malezas invasoras (Duke 1981, Rzedowski y Calderón 1997, Heywood 1993, Zomlefer 1994, Suárez-Muro *et al.* inédito).

De todas las especies de leguminosas que se reconocen en el estado, 63 son empleadas y/o propuestas con fines alimenticios, forrajeros, ornamentales y maderables, y se han sugerido especies con potencial de ornamentales (Reynoso-Dueñas *et al.* 2012).

Situación y estado de conservación

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Walter y Gillett 1998), en la lista roja de especies amenazadas, 17 están presentes en el estado, 12 de las cuales son consideradas raras y cinco vulnerables, en su mayoría del género *Tephrosia* (cuadro 4). En el cuadro 5 se incluyen las cinco especies con alguna categoría de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010; algunas están resguardadas en áreas naturales protegidas ya que, a excepción de esos casos, en la mayor parte del estado se carece de reglamentos que procuren su conservación o regulen la extracción total o de los productos derivados de las especies.

Cuadro 2. Localidades y regiones que tienen estudios florísticos generales en los que las leguminosas son un componente significativo.

Título y zona de estudio	Referencia
Chamela, La Huerta, Jalisco	Solís 1980
La estación de biología en Chamela-Cuixmala, La Huerta	Lott 1985
Nueva Galicia	McVaugh 1987
Estación científica Las Joyas de la sierra de Manantlán	Loza 1988
Cofradía del Rosario en Amacueca	Novoa 1994
Flora de Manantlán, Jalisco	Vázquez-García *et al.* 1995
La Primavera, Jalisco	Figueroa 1996
Sierra de Quila, Jalisco	Guerrero-Nuño y López 1997
Florística de Caesalpiniaceae en el occidente de México	Ramírez-Medina y Reynoso D. 1999
Piedras Bola en Ahualulco de Mercado	Contreras *et al.* 2000
Región Jalisco Costa-Norte	Vázquez-García *et al.* 2000
Cerro Gordo en los municipios de Arandas y Tepatitlán	Winter *et al.* 2003
Flora del norte de Jalisco y etnobotánica huichola	Vázquez-García *et al.* 2004
Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera	Harker *et al.* 2006
San Sebastián del Oeste	Reynoso D. *et al.* 2007
Las leguminosas del Área Natural Protegida Sierra de Quila, Jalisco	Suárez-Muro inédito
Las leguminosas del cerro El Sípil en la costa sur de Jalisco	Hernández-Santana 2015

Fuente: elaboración propia a partir los datos de las referencias indicadas.

Principales amenazas

Para este grupo de plantas, las principales amenazas son cambio de uso del suelo, construcción de caminos, expansión de la infraestructura urbana y hotelera, aprovechamiento agropecuario, entre otras, lo que ha fragmentado y disminuido la superficie natural en la que habitan; otras agravantes son los incendios y la tala clandestina.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Especies de leguminosas con distribución amplia o restringida, con base en revisión de herbarios y de literatura.

Distribución	Nombre científico	Nombre común
Amplia	*Acacia pennatula*	Tepame
	Acacia farnesiana	Huizache
	Aeschynomene villosa	No hay registro
	Calliandra grandiflora	Pelos de ángel
	Chamaecrista nictitans	No hay registro
	Crotalaria pumila	Sonajilla
	Dalea cliffortiana	Escobilla
	Dalea leporina	Limoncillo
	Leucaena esculenta	Guaje, huaje, guache
Restringida	*Bauhinia gypsicola*	Pisada de res, pata de vaca
	Bauhinia ramirezii	Pisada de res, pata de vaca
	Calliandra bijuga	Pelo de ángel
	Calliandra cualensis	Pelo de ángel
	Chamaecrista glandulosa var. *flavicoma*	No hay registro
	Conzattia sericea	Palo blanco
	Hoffmannsegia montana	No hay registro
	Lennea brunnescens	No hay registro
	Myrospermum frutescens	No hay registro
	Senna cobanensis	No hay registro
	Senna koelziana	No hay registro
	Senna racemosa var. *coalcomanica*	No hay registro
	Senna talpana	No hay registro

Fuente: elaboración propia a partir de datos del herbario del IBUG y revisión de literatura.

Conclusión y recomendaciones

Con base en la revisión de ejemplares del herbario, la consulta de literatura especializada y el trabajo de campo, se concluye que las leguminosas son un recurso de irrefutable importancia biológica y económica; constituyen una de las familias botánicas de mayor riqueza y diversidad, lo que incrementa la expectativa de nombrar especies nuevas para la ciencia por lo que es necesario encauzar más esfuerzos para estudiar estas plantas en todos los aspectos posibles. A pesar de que Jalisco se considera entre los territorios de mayor biodiversidad vegetal en México, aún no se ha documentado el uso de más de 80% de las especies; aunado a ello, la mayoría de éstas sólo se conocen de la literatura o de las colecciones del herbario. Al establecerse áreas naturales protegidas se pueden conservar algunas especies de leguminosas amenazadas. La planeación y supervisión efectiva de los cambios de uso de suelo por parte de las autoridades también contribuiría a conservar especies de leguminosas y, en general, de todas las familias vegetales. Otra acción importante es la reforestación, sobre todo con especies nativas.

Cuadro 4. Leguminosas en la lista roja de especies amenazadas de la UICN.

Estado UICN	Nombre científico
LC (Least Concern= de poca importancia)	*Acaciella villosa*
	Aeschynomene brasiliana
	Brongniartia lupinoides
	Brongiartia mortonii
	Calliandra hirsuta
	Canavalia hirsutissima
	Chamaecrista absus
	Chloroleucon mangense
	Crotalaria micans
	Crotalaria nitens
	Dalea bicolor
	Dalea scandens
	Desmodium barbatum
	Desmodium grahamii
	Desmodium intortum
	Eysenhardtia polystachya
	Hymenaea courbaril
	Lonchocarpus caudatus
	Lonchocarpus rugosus
	Lysiloma acapulcense
	Mimosa adenantheroides
	Mimosa albida
	Mimosa pudica
	Neptunia plena
	Piscidia grandifolia
	Prosopis laevigata
	Rhynchosia minima
	Rynchosia senna
	Senna foetidissima
	Senna pendula
	Swartzia simplex
	Trifolium amabile
	Zapoteca formosa
Subtotal	**33**
V (Vulnerable)	*Inga andersonii*
	Senna multifoliolata
Subtotal	**2**
Total	**35**

Fuente: UICN 2016.

Cuadro 5. Leguminosas en la NOM-059SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Categoría	Distribución
Albizia occidentalis	A	No endémica
Dalbergia congestiflora	P	No endémica
Dalbergia granadillo	P	No endémica
Erythrina coralloides	A	No endémica
Platymiscium lasiocarpum	P	No endémica

Categoría: P = en peligro de extinción, A = amenazada

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

APG. The Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:105-121.

Contreras, R.S. H.,R. de L. Romo C. y J.J. Reynoso-Dueñas. 2000. Caracterización de la vegetación en la zona de Piedras Bola, Ahualulco de Mercado, Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica* 7 (1-3):103-119.

Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, Nueva York.

Duke, A.J. 1981. *Handbook of legumes of world. Economic importance*. Plenum Press, Londres, pp. 155-161.

Figueroa, M.H. 1996. *Contribución al conocimiento de las leguminosas del bosque La Primavera*. Tesis profesional. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara.

Guerrero-Nuño, J.J. y G.A. López. 1997. *La vegetación y la flora de la Sierra de Quila*. Universidad de Guadalajara.

Harker, S.M., R. Ramírez y J.J. Reynoso-Dueñas. 2006. Estado actual del conocimiento florístico del bosque La Primavera, Jalisco, México. 1er. foro de investigación y conservación del bosque La Primavera, CUCBA, Zapopan Jalisco. Septiembre de 2006. Memorias en extenso.

Heywood, V.H. 1971. The Leguminosae. A Systematic Preview. En: *Chemotaxonomy of the Leguminosae*. B.J. Harborne, D. Boutler, B.L. Tumer (eds.) Academic Press, Londres, pp. 1-23.

—.1993. *Flowering plants of the world*. Oxford University, Nueva York, pp. 149-152.

Hernández-Santana, J.R. 2015. *Las leguminosas del cerro El Sípil en la Costa Sur de Jalisco, México.* Tesis de licenciatura en Biología, Universidad de Guadalajara.

Hutchinson, J. 1973. *The families of flowering plants*. 3a. ed. Clarendon Press, Oxford.

Jones, S. B., Jr. 1987. *Sistemática vegetal*. McGraw Hill, México.

Lawrence, G.H.M. 1951. *Taxonomy of vascular plants*. McMillan, Nueva York.

Loza, J.A. 1988. *Estudio florístico de las leguminosas en la estación científica Las Joyas de la sierra de Manantlán, Jalisco*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara.

Lott, E.J. 1985. *La estación de biología de Chamela, Jalisco. Listados florísticos de México III*. Instituto de Biología, UNAM.

McVaugh, R. 1987. Leguminosae. En: *Flora Novo-Galiciana, vol. 5*. W.R. Anderson (ed.). University of Michigan Herbarium Press, Ann Arbor.

Novoa, L.C.P. 1994. *Flora de importancia apícola de Cofradía del Rosario, municipio de Amacueca, Jalisco, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara.

Ramírez-Delgadillo, R., *et al.* 2010. *Catálogo de plantas vasculares de Jalisco*. Universidad de Guadalajara/Sociedad Botánica de México/Universidad Autónoma Metropolitana. Jalisco.

Ramírez-Medina, M.E. y J.J. Reynoso-Dueñas. 1999. Riqueza y distribución de Caesalpiniaceae en el Occidente de México. *Boletín del Instituto de Botánica*. 7:(1-3):1-38.

Reynoso-Dueñas, J.J., L. Hernández López, R. Ramírez Delgadillo, *et al.* 2007. Catálogo preliminar de la flora vascular y micobiota del municipio de San Sebastián del Oeste, Jalisco, México. *Ibugana* 14(1-2):51-91.

Reynoso-Dueñas J.J., E.A. Suárez y N. Jiménez. 2012. Leguminosas nativas con potencial ornamental en Jalisco, México. Memorias en extenso. III Congreso Internacional de Ciencia y Arte del Paisaje.

Rzedowski, J. y G. Calderón. 1997. *Flora del Bajío y de regiones adyacentes: familia Leguminosae, subfamilia Caesalpinioideae*. Instituto de Ecología.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Solís M. A. 1980. *Las leguminosas de Chamela, Jalisco*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), pp 12-77.

Suárez-Muro, E. A. (inédito). *Las leguminosas del Área Natural Protegida Sierra de Quila, Jalisco, México.*

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2015. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.4*. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 19 de octubre de 2015.

Vázquez-García, J. A., R. Cuevas-Guzmán, T. S. Cochrane, *et al.* 1995. Flora de Manantlán: plantas vasculares de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán Jalisco-Colima, México. *Sida, Botanical Miscellany* 13: 1-312.

Vázquez-García. J. A., J. J. Reynoso, Y. Vargas y H. G. Frías. (eds.). 2000. *Jalisco Costa-Norte: patrimonio ecológico, cultural y productivo de México.* Universidad de Guadalajara. Instituto de Botánica /Unidad de Multimedia Instruccional del CUCBA.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Vázquez-García, J.A., G. Nieves, M. Cházaro, *et al.* 2004. Listado preliminar de plantas vasculares del norte de Jalisco y zonas adyacentes. En: *Flora del Norte de Jalisco y etnobotánica huichola,* J.A. Vázquez-García, M. Cházaro, G. Nieves, *et al.* (eds.), Universidad de Guadalajara, pp. 115-168.

Walter, S. y H. Gillett (eds.) 1998. 1997 IUCN *Red List of Threatened Plants. World Conservation Monitoring Centre.* Compliled by The World Conservation Union. Gland, Switzerland & Cambridge.

Winter, W.L.E., J.J. Reynoso, R. Ramírez y L. Portillo. 2003. Flora y vegetación de cerro Gordo, Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica* 9 (1-2):47-78.

Zomlefer, B.W. 1994. *Guide to flowering plants families.* The University of North Carolina Press Chapel Hill & London.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los encinos y robles (familia Fagaceae)

Luz María González Villarreal

Descripción

Los encinos y los robles conocidos, desde el punto de vista botánico, con el nombre genérico *Quercus* y que pertenecen a la familia Fagaceae constituyen una de las plantas leñosas más importantes del hemisferio norte en términos de diversidad de especies, dominancia ecológica y valor económico (Nixon 2006). Las plantas muestran una enorme variedad en su hábito de crecimiento: pueden ser arbustos bajos y rizomatosos de menos de 1 m (*Quercus depressipes, Q. frutex* y *Q. striatula*), estrictamente arbustivos (*Q. potosina*) o superar los 50 m de alto (*Q. insignis*). La corteza puede ser rugosa y suberosa, o escamosa y delgada. Son individuos monoicos, es decir, los dos sexos están en la misma planta.

Para distinguir las numerosas especies, las estructuras de más valor son las hojas. Las flores masculinas son colgantes y evidentes por su longitud; en cambio, las femeninas son solitarias o están en grupos de pocas. El fruto es una nuez seca y endurecida conocida como bellota, y se encuentra sentada en una estructura llamada cúpula y puede tener forma de platito poco profundo (*Quercus elliptica*), apariencia de campana (*Q. praeco*) (figura 1) o, en la mayoría de los casos, con aspecto de copa y revestida por una serie de escamas imbricadas que, por su forma, tamaño y disposición, en ocasiones apoyan en su identificación (figura 2). Por lo general, florecen de enero a junio y fructifican de junio a diciembre. Los encinos o robles se encuentran en la lista de los árboles milenarios.

Figura 1. *Quercus praeco*. Foto: Luz María González Villarreal.

Diversidad

A escala mundial, esta familia comprende nueve géneros y entre 800 y 1 mil especies, aunque depende del autor (Govaerts y Frodin 1998). De esos nueve, en México están presentes sólo *Fagus* (hayas) con una sola especie *F. grandifolia* subsp. *mexicana*, y *Quercus*, el más diverso, con alrededor de 161 especies de las 500 que se consideran para el mundo (Manos *et al.* 1999, Valencia 2004). Valencia (2004) estima que en el territorio nacional existen 109 especies endémicas, que lo convierte en un centro de diversificación. Sin duda, esto puede deberse a que el país es muy heterogéneo en hábi-

González-Villarreal, L.M. 2017. Los encinos y robles (familia Fagaceae). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 165-174.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. *Quercus glaucescens*. Foto: Luz María González Villarreal.

tats que tienen su origen en factores ambientales, fisiográficos, variabilidad del suelo, climáticos, entre otros.

En lo que concierne a estudios del género *Quercus*, en Jalisco destacan los de Rzedowski y McVaugh (1966) quienes, de manera preliminar, enlistan 23 especies en *La Vegetación de Nueva Galicia*. Más tarde McVaugh (1974) en *Flora Novo-Galiciana* compendió 43. En 1986 González-Villarreal publicó, para el estado, 42 especies, número que se ha incrementado en la medida que se exploran nuevas áreas y se estudian con más detalle los especímenes. Hasta 2015 se conocen 53 especies, 24 de la sección *Quercus* y 29 de la *Lobatae* (cuadro 1; apéndice 16).

De estas especies, 40 (37%) son endémicas de México que incluyen dos estrictas de Jalisco (*Q. cualensis* y *Q. tuitensis*) (figura 3), el resto se distribuyen hasta Centroamérica (*Q. candicans, Q. castanea, Q. conspersa, Q. crassifolia, Q. elliptica, Q. insignis* y *Q. peduncularis*) o hasta Estados Unidos de América (*Q. depressipes, Q. grisea, Q. hypoleucoides, Q. rugosa* y *Q. viminea*). Para algunas de estas, Jalisco representa su límite de distribución geográfica hacia el norte o sur.

Figura 3. *Quercus cualensis*. Foto: Luz María González Villarreal.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Especies del género *Quercus* representadas en el estado.

Sección	Nombre científico	Sección	Nombre científico
Quercus	*Q. chihuahuensis*	*Lobatae*	*Q. acutifolia*
	Q. convallata		*Q. aristata*
	Q. depressipes		*Q. candicans*
	Q. deserticola		*Q. castanea*
	Q. frutex		*Q. coccolobifolia*
	Q. glaucescens		*Q. conspersa*
	Q. glaucoides		*Q. conzattii*
	Q. grisea		*Q. crassifolia*
	Q. insignis		*Q. crassipes*
	Q. laeta		*Q. cualensis*
	Q. laxa		*Q. eduardii*
	Q. magnoliifolia		*Q. elliptica*
	Q. martinezii		*Q. fulva*
	Q. obtusata		*Q. gentryi*
	Q. peduncularis		*Q. hypoleucoides*
	Q. potosina		*Q. iltisii*
	Q. praeco		*Q. laurina*
	Q. resinosa		*Q. mcvaughii*
	Q. rugosa		*Q. nixoniana*
	Q. splendens		*Q. planipocula*
	Q. striatula		*Q. praineana*
	Q. subspathulata		*Q. radiata*
	Q. sp. 1		*Q. salicifolia*
	Q. sp. 2		*Q. scytophylla*
			Q. sideroxyla
			Q. tuitensis
			Q. uxoris
			Q. viminea
			Q. sp. 3
Subtotal	**24**	**Subtotal**	**29**
Total			**53**

Fuente: actualización de González-Villarreal 1986.

Distribución

Aun cuando se considera a *Quercus* como un género de clima templado donde forman bosques, existen numerosas especies que habitan en áreas montañosas de los trópicos y subtrópicos e, incluso, están presentes en terrenos semiáridos en donde llegan a formar matorrales debido a su estatura. En el continente americano es posible reconocer tres grupos distintos: los encinos blancos (que constituyen la sección *Quercus* y que eran conocidos como *Leucobalanus*), los encinos rojos (de la sección *Lobatae*, con anterioridad *Erythrobalanus*) y los encinos intermedios o de copa dorada (de la sección *Protobalanus*) que están restringidos a Baja California.

Jalisco se sitúa como uno de los estados con gran diversidad específica. Así lo considera Valencia (2004) al colocarlo junto a Oaxaca, Nuevo León, Chihuahua y Veracruz. El caso de Jalisco se puede explicar a causa de la convergencia de la Sierra Madre Occidental por la parte norte, la Sierra Madre del Sur hacia la vertiente del Pacífico, el Eje Volcánico Transversal (el más diverso con 36 especies), el Altiplano Mexicano (región de los Altos) y una pequeña parte de la Depresión del Balsas al sudeste (cuadro 2).

El cuadro 3 presenta una lista de especies por número de municipios y el cuadro 4 muestra los municipios de riqueza considerable. Los encinos con mayor distribución de la sección *Quercus* son *Q. magnoliifolia, Q. laeta, Q. resinosa, Q. obtusata* y *Q. deserticola*; mientras que los de la sección *Lobatae* son *Q. castanea, Q. eduardii, Q. gentryi* y *Q. candicans*. En constraste, las de distribución muy

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Especies del género *Quercus* en Jalisco que se distribuyen en las regiones fisiográficas de México, Centro América y Estados Unidos de América.

	Nombre científico	SMO	SMS	FVT	AM	DB	CA	EUA
Sección *Quercus*	*Q. chihuahuensis*	•						
	Q. convallata	•						
	Q. depressipes	•						•
	Q. deserticola			•	•			
	Q. frutex			•				
	Q. glaucescens		•	•				
	Q. glaucoides			•		•		
	Q. grisea	•			•			•
	Q. insignis		•	•			•	
	Q. laeta		•	•	•			
	Q. laxa		•					
	Q. magnoliifolia	•	•	•	•			
	Q. martinezii		•	•				
	Q. obtusata	•	•	•				
	Q. peduncularis		•	•			•	
	Q. potosina	•			•			
	Q. praeco	•						
	Q. resinosa	•		•	•	•		
	Q. rugosa	•	•	•	•			•
	Q. slendens	•	•	•		•		
	Q. striatula			•	•			
	Q. subspathulata	•						
	Q. sp. 1		•	•				
	Q. sp. 2		•	•				
Total	**24**	**12**	**12**	**16**	**8**	**3**	**2**	**3**

	Nombre científico	SMO	SMS	FVT	AM	DB	CA	EUA
Sección *Lobatae*	*Q. acutifolia*		•	•	•			
	Q. aristata		•	•				
	Q. candicans		•	•		•	•	
	Q. castanea	•	•	•	•	•	•	
	Q. coccolobifolia	•		•	•			
	Q. conspersa		•	•		•	•	
	Q. conzattii	•		•				
	Q. crassifolia	•	•	•	•	•	•	
	Q. crassipes			•				
	Q. cualensis		•					
	Q. eduardii	•		•	•	•		
	Q. elliptica		•	•		•	•	
	Q. fulva	•	•					
	Q. gentryi	•		•	•			
	Q. hypoleucoides		•					•
	Q. iltisii		•	•				
	Q. laurina	•	•	•	•			
	Q. mcvaughii	•		•				
	Q. nixoniana		•					
	Q. planipocula		•	•				
	Q. praineana	•		•				
	Q. radiata	•						
	Q. salicifolia		•					
	Q. scytophylla		•	•		•		
	Q. sideroxyla	•			•			
	Q. tuitensis	•						
	Q. uxoris		•					
	Q. viminea	•		•	•			•
	Q. sp. 3		•	•				
Total	**29**	**14**	**18**	**20**	**9**	**7**	**5**	**2**

SMO: Sierra Madre Occidental. SMS: Sierra Madre del Sur. FVT: Faja Volcánica Transmexicana. AM: Altiplano Mexicano. DB: Depresión del Balsas. CA: Centro América. EUA: Estados Unidos de América. Fuente: datos actualizados de González-Villarreal 1986.

localizada son *Q. frutex* en Jocotepec, *Q. radiata* en Mezquitic, y *Q. fulva* y *Q. hypoleucoides* de Talpa de Allende; de este municipio se describió *Q. cualensis,* que se añade a la riqueza de especies endémicas de esta área. Los taxones que figuran con alguna categoría en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) se presentan en el cuadro 5.

Hábitat

Los individuos de este género se reconocen como elementos importantes y notables de la biodiversidad de los ecosistemas (cuadro 6). Ellos aparecen en toda una gama de condiciones climáticas y de suelo desde los 50 hasta los 3 000 msnm (con preferencia entre 1 200 y 2 600 msnm) y, por tanto, en diferentes tipos de clima, exposición, suelos y casi siempre en asociación con otras especies en comunidades bien definidas como se muestra a continuación.

Bosque de pino y encino. Los pinares y encinares constituyen la vegetación característica de las montañas de todo México (Rzedowski y McVaugh 1966). En Jalisco, la mayor diversidad del género *Quercus* se localiza en este bosque, y es donde los encinos rojos presentan una mayor diversidad (26 especies) en comparación con los

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Distribución de *Quercus* en los municipios del estado.

	Nombre científico	Número de municipios		Nombre científico	Número de municipios
Sección *Quercus*	*Q. magnoliifolia*	49	Sección *Lobatae*	*Q. castanea*	58
	Q. laeta	47		*Q. eduardii*	34
	Q. resinosa	47		*Q. gentryi*	29
	Q. obtusata	40		*Q. candicans*	28
	Q. deserticola	26		*Q. coccolobifolia*	20
	Q. splendens	18		*Q. laurina*	19
	Q. rugosa	13		*Q. crassifolia*	15
	Q. chihuahuensis	10		*Q. aristata*	14
	Q. peduncularis	10		*Q. elliptica*	13
	Q. potosina	9		*Q. viminea*	13
	Q. martinezii	8		*Q. scytophylla*	12
	Q. sp. 1	8		*Q. conspersa*	9
	Q. glaucescens	7		*Q. crassipes*	9
	Q. glaucoides	7		*Q. acutifolia*	7
	Q. grisea	6		*Q. conzattii*	7
	Q. subspathulata	6		*Q. iltisii*	7
	Q. insignis	5		*Q. mcvaughii*	7
	Q. praeco	5		Q. sp. 3	7
	Q. convallata	4		*Q. coffeaecolor*	6
	Q. striatula	4		*Q. planipocula*	5
	Q. depressipes	3		*Q. uxoris*	5
	Q. laxa	2		*Q. sideroxyla*	4
	Q. sp. 2	2		*Q. nixoniana*	3
	Q. frutex	1		*Q. fulva*	2
				Q. radiata	2
				Q. salicifolia	2
				Q. cualensis	1
				Q. hypoleucoides	1
				Q. tuitensis	1

Fuente: actualización de González-Villarreal 1986 y revisión 2015.

Cuadro 4. Diez municipios con más riqueza de *Quercus*.

Municipio	Total
Talpa de Allende	26
Cuautitlán de García Barragán	23
Autlán de Navarro	21
San Sebastián del Oeste	20
Mezquitic	19
Mascota	15
Bolaños	15
Lagos de Moreno	14
Zapopan	14
Tequila	13

Fuente: González-Villarreal 1986, 2003a y 2003b.

blancos (15 especies). Las especies de los bosques de pino-encino son las que tienen distribución considerable, como *Q. magnoliifolia, Q. laeta, Q. resinosa, Q. obtusata* y *Q. deserticola* (encinos blancos); *Q. castanea, Q. eduardii, Q. gentryi* y *Q. candicans* (encinos rojos). En cambio, las de distribución limitada son *Q. hypoleucoides* en la Sierra de Cuale, *Q. nixoniana* en la Sierra de Manantlán, *Q. radiata* en la Sierra de los Huicholes, y las dos endémicas, *Q. cualensis* y *Q. tuitensis*, esta última del municipio Cabo Corrientes.

Bosque mesófilo de montaña. Le sigue en importancia al anterior, en donde habitan 17 especies (6 blancos y 11 rojos). Los árboles se caracterizan por alcanzar tallas enormes y, por tanto, presentar contrafuertes. Esta comunidad suele ser densa dominada por individuos de 20 a 40 m de alto en laderas, a menudo muy inclinadas y otros sitios protegidos a elevaciones de entre 800 y 2 400 msnm (Rzedowski y McVaugh 1966). Las especies más sobresalientes son *Quercus acutifolia, Q. candicans, Q. crassipes, Q. fulva, Q. insignis, Q.*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 5. *Quercus* con alguna categoría en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

	Especie	UICN		Especie	UICN
Sección *Quercus*	*Q. convallata*	DD	Sección *Lobatae*	*Q. candicans*	VU A4acd
	Q. depressipes	DD		*Q. conzattii*	LC
	Q. insignis	CR A4acd		*Q. fulva*	LC
	Q. martinezii	CR A4acd		*Q. nixoniana*	CR A4cd
	Q. praeco	LC		*Q. uxoris*	VU A1c
	Q. subspathulata	VU A1c			

CR: en peligro crítico (A4: ≥ 80% en 10 años o tres generaciones). VU=vulnerable (A1: reducción ≥ 50% en 10 años o tres generaciones, A4: reducción ≥30% en 10 años o tres generaciones). LC=preocupación menor. DD=datos insuficientes; (a) observación directa, (b) índice de abundancia apropiado para el taxón, (c) reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat, (d) niveles de explotación reales o potenciales. Fuente: UICN 2012.

Cuadro 6. Tipos de vegetación en el que medran las especies *Quercus* y su distribución altitudinal.

	Especie	BPE	BQ	BM	MX	BTC	BTS	Z	Elevación
Sección *Quercus*	*Q. chihuahuensis*		•		•				1 630-1 850
	Q. convallata	•							2 350-2 500
	Q. depressipes				•				1 830-2 500
	Q. deserticola	•	•		•	•			1 600-2 800
	Q. frutex		•						1 700-1 900
	Q. glaucescens		•				•		500-1 250
	Q. glaucoides	•	•			•			900-1 800
	Q. grisea	•			•				1 900-2 500
	Q. insignis			•					900-1 600
	Q. laeta	•	•						1 000-2 300
	Q. laxa	•							1 550-1 600
	Q. magnoliifolia	•		•			•		180-2 600
	Q. martinezii	•		•					1 800-2 600
	Q. obtusata	•	•	•					1 500-2 500
	Q. peduncularis	•		•					850-2 300
	Q. potosina	•			•				2 000-2 450
	Q. praeco		•						1 700-2 100
	Q. resinosa	•	•						1 300-2 300
	Q. rugosa	•							1 800-2 800
	Q. splendens	•	•						1 350-2 450
	Q. striatula				•				2 000- 2450
	Q. subspathulata					•			1 200-1 800
	Q. sp. 1	•		•					1 500-2 000
	Q. sp. 2	•	•						1 000-2 300
	Total	**16**	**11**	**6**	**6**	**3**	**2**	**0**	

	Especie	BPE	BQ	BM	BTS	Z	BTC	MX	Elevación
Sección *Lobatae*	*Q. acutifolia*			•					1 250-2 500
	Q. aristata	•			•	•			180-1 700
	Q. candicans	•		•					1 600-2 500
	Q. castanea	•		•					800-2 700
	Q. coccolobifolia	•	•						1 500-2 500
	Q. conspersa	•	•						1 200-1 900
	Q. conzattii	•	•						1 400-2 600
	Q. crassifolia	•		•					1 650-2 950
	Q. crassipes	•		•					2 000-2 600
	Q. cualensis	•							1 800-2 300
	Q. eduardii	•	•			•			1 500-2 650
	Q. elliptica	•			•	•			50-2 000
	Q. fulva			•					1 800-2 350
	Q. gentryi	•	•						1 250-2 400
	Q. hypoleucoides	•							1 800-2 300
	Q. iltisii	•			•				330-1 500
	Q. laurina	•	•						1 600-3 000
	Q. mcvaughii	•							2 200-2 650
	Q. nixoniana	•		•					1 500-2 500
	Q. planipocula				•				350-1 000
	Q. praineana	•					•		900-1 900
	Q. radiata	•							1 700-3 000
	Q. salicifolia	•		•					1 000-1 400
	Q. scytophylla	•		•					1 700-2 600
	Q. sideroxyla	•	•						2 400-2 650
	Q. tuitensis	•	•		•				980-1 400
	Q. uxoris	•	•	•	•				850-2 000
	Q. viminea	•	•						1 500-2 500
	Q. sp. 3	•		•					1 000-2 500
	Total	**26**	**10**	**11**	**6**	**3**	**1**	**0**	

BTS=bosque tropical subcaducifolio. BTC=bosque tropical caducifolio. Z=zacatal. MX=matorral xerófilo BQ=bosque de *Quercus.* BPE=bosque de pino y encino. BM=bosque mesófilo de montaña. Fuente: actualización de González-Villarreal 1986 y actualización 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

martinezii, Q. nixoniana, Q. scytophylla y *Q. uxoris*, en ocasiones, algunas también se encuentran en bosque húmedo de pino-encino.

Encinar. Los bosques de *Quercus* o encinares (robledales) están conformados por 20 especies en igual proporción de blancos y rojos. Todas se caracterizan por su capacidad de desarrollarse en medios en donde hay poca humedad y los suelos presentan una alta pedregosidad. Esta circunstancia ha dado lugar a que los individuos de este tipo de bosque sean de talla mediana o reducida. Los encinos blancos propios de los encinares son *Q. chihuahuensis, Q. frutex, Q. praeco* (blancos); y *Q. coccolobifolia, Q. conzattii, Q. eduardii y Q. iltisii* (rojos). En algunos lugares es común encontrar una sola especie, como los robledales de *Q. resinosa*, un árbol que destaca por su talla, sus hojas grandes y coriáceas.

Bosques tropicales. La distribución de estos bosques cercana a la costa propicia el crecimiento de 12 especies, en particular de encinos rojos (*Q. aristata, Q. elliptica, Q. iltisii, Q. planipocula, Q. tuitensis y Q. uxoris*) (figura 4). Algunas especies están adaptadas a una baja elevación, esto es a pocos metros de la costa (50-1 000 m) en donde *Q. aristata* llega a compartir espacio con los palmares de *Orbignya cohune*, en cambio otras en la comunidad sabanoide, con *Byrsonima crassifolia*, *Conostegia xalapensis* y *Curatella americana*. Entre los encinos blancos que llegan al bosque tropical de la vertiente y que en ocasiones están en la ecotonía con el bosque de pino-encino son *Q. glaucescens, Q. iltisii* y *Q. magnoliifolia*. Esta última es notable por habituarse a un amplio rango de elevación, se encuentra desde los 180 msnm y hasta 2 600 msnm en los bosques templados de las altas montañas donde, incluso, llega a encontrarse con *Q. castanea, Q. crassifolia, Q. fulva, Q. laurina, Q. radiata* y *Q. rugosa*.

Zacatal. Está representado en diversas zonas del estado pero, en particular, en la región oriental conocida como Altos de Jalisco. Allí se observan encinos aislados de talla mediana y arbustivos donde predominan los encinos blancos *Q. chihuahuensis, Q. depressipes, Q. deserticola, Q. grisea, Q. striatula* y *Q. potosina*, este último llega a formar encinares compactos de tipo xerófilo de 3 a 5 m de alto. *Quercus depressipes* y *Q. striatula* son individuos con distribución restringida al norte y nordeste, y se caracterizan por medir menos de un metro de

Figura 4. *Quercus aristata*. Foto: Luz María González Villarreal.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

alto, ser rizomatosos que se extienden y cubren superficies de consideración en laderas secas, con ello previenen la erosión del suelo. En esta área los encinos rojos sólo estuvieron representados por *Q. eduardii* y *Q. castanea*. *Quercus castanea* tiene amplia distribución geográfica en México y llegan hasta Cetroamérica; en Jalisco es uno de los árboles más abundantes y conspicuos de los bosques húmedos y de regiones áridas. *Quercus eduardii* y *Q. grisea* son dos de las especies más constrastantes del paisaje debido a que el follaje de *Q. eduardii* es verde lustroso mientras que el de *Q. grisea* es gris y opaco por su pubescencia (figura 5).

En el cuadro 7 se hace referencia a los taxones descritos para Jalisco por Trelease (1924), Muller (1954), Muller y McVaugh (1972) y González-Villarreal (2003a, b).

Importancia ecológica, económica y cultural

Desde el punto de vista ecológico, los encinos son especies clave dentro del bosque por toda la serie de servicios que ofrecen al ecosistema. Ellos son la residencia de numerosas especies de helechos, líquenes, musgos, bromelias, orquídeas y otras plantas epífitas y trepadoras, que son el entorno para insectos y otros invertebrados (figura 6).

Llega a ser tal la convivencia entre las numerosas especies que viven sobre las ramas de estos árboles que no pueden sobrevivir en otro medio, por lo que la destrucción de uno de ellos ocasiona un fuerte daño rompiendo el equilibrio entre ellos. Incluso para la aves, los encinares constituyen áreas temporales de refugio, alimentación y anidación; además de ser importantes dispersoras de las bellotas.

La presencia de algunos encinos como *Quercus candicans* es indicador de que en ese bosque existen condiciones de mayor humedad. Con los hongos existe una asociación simbiótica, las micorrizas desempeñan en papel biológico y ecológico importante, la función más conocida es la de incrementar la capacidad de absorción de agua y minerales del suelo requeridos por la planta.

Las bellotas son frutos secos (botánicamente "nueces") y sirven como fuente de alimento para la fauna silvestre, son excelentes para el ganado y en algunos casos para el consumo humano ya que contienen proteínas, almidones, vitamina B y poca grasa. Los robles blancos tienen bellotas de sabor dulzón, ligeramente amargo y de sabor agradable

Figura 5. *Quercus grisea*. Foto: Luz María González Villarreal.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 7. Especies del género *Quercus* descritos para Jalisco en el siglo XX y principios del XXI.

Nombre científico	Localidad	Año de colecta	Colector y número	Año de Publicación	Nombre aceptado
Q. bolanyosensis Trel.	Bolaños	1897	Rose 2958	1924	*Q. viminea*
Q. colimae Trel.	Cerro Grande		Burnett s.n.	1924	*Q. crassipes*
Q. crenatifolia Trel.	Chiquilistlán	1892	Jones 440	1924	*Q. obtusata*
Q. cualensis L.M. González	Talpa de Allende	1987	L.M. González 3076	2003	
Q. iltisii L.M. González	Cabo Corrientes	2000	L.M. González 4657	2003	
Q. jaliscensis Trel.	Ca. Colotlán	1897	Rose 2685	1924	*Q. chihuahuensis*
Q. jonesii Trel.	Chiquilistlán	1892	Jones 446	1924	*Q. coccolobifolia*
Q. martinezii C.H.Müll.	Sierra de Manantlán	1952	McVaugh 13861	1954	
Q. mexicana f. *glabrata* Trel.	Guadalajara		Galeotti 118	1924	*Q. crassipes*
Q. pallescens Trel.	W. Bolaños	1897	Rose 2960	1924	*Q. laeta*
Q. praeco Trel.	Huejuquilla a Mezquitic	1897	Rose 2590	1924	
Q. praineana Trel.	Etzatlán	1904	Pringle 8854	1924	*Q. praineana*
Q. rhodophlebia f. *apus* Trel.	Plateado	1897	Rose 2721	1924	*Q. convallata*
Q. rhodophlebia f. *concava* Trel.	Bolaños	1897	Rose 2998	1924	*Q. rugosa*
Q. rhodophlebia f. *inclusa* Trel.	Bolaños	1897	Rose 3726	1924	*Q. convallata*
Q. serrulata Trel.	Chiquilistlán	1892	Jones 445	1924	*Q. castanea*
Q. tuitensis L.M.González	Talpa de Allende	2000	L.M. González 4660	2003	
Q. uxoris McVaugh	Talpa de Allende	1960	McVaugh 21300	1972	

Fuente: actualización de González-Villarreal 1986.

por lo que se consumen verdes o asadas; mientras que las de los rojos se tuestan y se utilizan como sucedáneo del café. Además, el follaje de los encinos es un alimento básico para el ganado caprino y vacuno. Los mejores jamones que se consumen en el mundo se obtienen a base de alimentar a los cerdos con bellotas.

Por siglos en el mercado mundial, la madera de varias especies de encinos ha sido apreciada y aprovechada como recurso de alto valor. Se le ha considerado de la más alta calidad tanto en Europa (solo con sus encinos blancos), Estados Unidos y Canadá. A pesar de que México es el país con mayor número de especies de encinos a nivel global, ellos han tenido poco valor y relevancia económica. En el ambiente forestal los encinos no son bien vistos y en ocasiones se les ha eliminado del bosque debido a que compiten con los pinos y muchas veces llegan a ser más abundantes que estos.

Entre los factores que están afectando nuestros bosques son las actividades humanas con el cambio del suelo para un sistema productivo (frutícola)

Figura 6. Se trata de *Quercus chihuahuensis* cubierto de bromelias y orquídeas (*Laelia majalis*). Foto: Luz María González Villarreal.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

más prioritario o muchas veces debido al desconocimiento, no se sabe como aprovecharlos. A esto se suman los desastres naturales como son los incendios periódicos de los bosques.

Se han talado de forma desmedida para utilizarse como leña, carbón, construcciones rústicas, mangos de aperos de labranza, herramientas y a nivel industrial se destina principalmente para celulosa. De acuerdo con sus características anatómicas de la madera podrían tener un uso más adecuado como en ebanistería, muebles, pisos, arquitectura interior, chapa, molduras, puertas, entre otros muchos, en donde se muestre las cualidades estéticas de la madera. Aunque para ello es necesario conocer más sobre los nombres científicos, la tecnología de su madera, y más importante su propagación.

Conclusión y recomendaciones

Es importante proteger y usar de manera sustentable las especies de encinos en México por dos razones principales: la diversidad de plantas y animales que sostienen asociados a ellos y la explotación sin control para fines no apropiados.

Hay que establecer programas que fomenten su propagación, producción de germoplasma y restauración ecológica que permitan perpetuar este valioso recurso forestal. Programas fitosanitarios para evitar sus enfermedades. Además, promover en las comunidades rurales un uso razonable.

Los encinos constituyen una riqueza ecológica y económica que ningún otro país ostenta. Ellos son parte de nuestra patria al estar presentes en nuestro emblema nacional.

Respecto al conocimiento de estas plantas, es prioritario que se impulse la investigación para establecer programas que fomenten su conservación, uso sostenible y manejo, debido a la extensión de superficie en el estado cubierta con esta gran diversidad de encinos y robles.

Referencias

González-Villarreal, L.M. 1986. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Jalisco. Colección Flora de Jalisco.

—. 2003a. *Quercus tuitensis* (Fagaceae, *Quercus* sect. *Lobatae*) a new deciduous oak from western Jalisco, Mexico. *Brittonia* 55(1):42-48.

—. 2003b. Two new species of oak (Fagaceae, *Quercus* sect. *Lobatae*) from the Sierra Madre del Sur, México. *Brittonia* 55(1):49-60.

Govaerts, R. y D.G. Frodin. 1998. *World Checklist and Bibliography of Fagales (Betulaceae, Corylaceae, Fagaceae, and Ticodendraceae)*. Royal Botanical Gardens, Kew.

Luna-José, A. de L., L. Montalvo-Espinosa y B. Rendón-Aguilar. 2003. Los usos no leñosos de los encinos en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 72:107-117.

Manos, P.S., J.J. Doyle y K.C. Nixon. 1999. Phylogeny, bibliography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 12:333-349.

McVaugh, R. 1974. Fagaceae. En: *Flora Novo-Galiciana*, vol. 12 W.R. Anderson (ed.). University of Michigan Herbarium Press, Ann Arbor.

Muller, C.H. 1954. Una nueva especie de *Quercus* de la Sierra Madre Occidental de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México* 24(2): 273-277.

Muller, C.H. y R. McVaugh. 1972. The oaks (*Quercus*) described by Nee (1801), and by Humboldt & Bompland (1809), with comments on related species. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9 (7): 507-522.

Nixon, K. C. 2006. Global and neotropical distribution and diversity of oak (genus *Quercus*) and oak forests. *Ecological Studies* 185:3-13.

Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9(1):1-123.

Trelease, W. 1924. The American oaks. *Memories of the National Academy of Sciences* 20:1-255.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2015. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.3*. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 19 octubre de 2015.

Valencia A. S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75:33-53.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los cepillos y los mangles blanco y botoncillo (familia Combretaceae)

Francisco Javier Rendón Sandoval

Descripción

La familia Combretaceae se compone de árboles y lianas o bejucos (trepadoras leñosas) y arbustos escandentes con hojas opuestas que algunas veces están cubiertas por escamas pequeñas. Las flores se agrupan en espigas axilares o terminales y los frutos son drupas (carnosos con una sola semilla) o sámaras (alados) (Castelo 2006, Rendón-Sandoval 2009 y Rendón-Sandoval *et al.* 2011). El indumento característico de la familia está formado por pelos combretáceos (septados o con compartimentos) que también presentan las familias Myrtaceae y Cistaceae (Guaglianone y Novara 1999). Combretaceae tiene sus orígenes hace alrededor de 90 millones de años (Sytsma y Berger 2011). Las especies del género *Combretum* agrupan lianas que habitan en la orilla de los ríos dentro de bosques tropicales. A lo largo del año tienen flores vistosas (cuadro 1) con sobresalientes estambres que van de amarillo a rojo intenso (figura 1) o blancos, por ello son conocidos como cepillos. Otras especies representativas de esta familia son los mangles, que conforman el ecosistema de manglar (figura 2), que es una vegetación de transición distribuida en los litorales de las zonas tropicales (CONABIO 2008).

Diversidad

A escala mundial, la familia Combretaceae comprende 20 géneros con 500 especies (Stace 2009). *Combretum* es el género más diverso de la familia, se calcula que en todo el mundo hay 255 especies, de ellas 30 están presentes en América. En México se encuentran los géneros *Bucida*, *Combretum, Conocarpus, Laguncularia* y *Terminalia*; y en Jalisco se presentan los cinco géneros ante-riores con nueve especies (cuadro 2;

Cuadro 1. Época de floración de las especies de la familia Combretaceae presentes en el estado.

Especie	Floración (enero a diciembre)											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Bucida buceras		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Combretum decandrum	■	■	■	■	■							
Combretum farinosum	■	■	■	■	■							■
Combretum fruticosum	■	■	■	■						■	■	■
Combretum igneiflorum						■	■					
Combretum laxum				■	■	■	■	■				
Conocarpus erectus	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Laguncularia racemosa		■	■	■	■	■	■					
Terminalia catappa			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Rendón-Sandoval 2009.

Rendón-Sandoval, F.J. 2017. Los cepillos y los mangles blanco y botoncillo (familia Combretaceae). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 175-182.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Estambres sobresalientes de *Combretum farinosum*. Foto: Francisco Javier Rendón-Sandoval.

apéndice 17): la especie cultivada *Bucida buceras* (figura 3) (que se encuentra en estado silvestre en bosques tropicales húmedos del sureste de México), las especies nativas *Combretum decandrum* (figura 4), *C. farinosum* (figura 5), *C. fruticosum* (figura 6), *C. igneiflorum* (figura 7), *C. laxum* (figura 8), el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*, figura 9), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*, figura 10) y el falso almendro (*Terminalia catappa*, figura 11) una especie exótica, originaria de la India, que es cultivada por su valor ornamental. El mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) son elementos característicos del manglar tanto en Jalisco como en las costas neotropicales pacífica y atlántica.

Cuadro 2. Nombre común, hábitat, rango altitudinal y número de municipios con colectas de especies de la familia Combretaceae en el estado.

Nombre científico	Nombre común	Hábitat	Rango altitudinal (msnm)	Núm. de municipios
*Bucida buceras***	Olivo negro	C	0 - 1 560	
Combretum decandrum	Espolón de gallo	BTSC, BTC	360 - 700	4
Combretum farinosum	Cepillo	BTC, BTSC, BE	0 - 2 000	14
Combretum fruticosum	Cepillo	BTSC, BTC	20 - 700	2
Combretum igneiflorum	Cepillo	BTC	0 - 420	2
Combretum laxum	Bejuco guayabo	BTSC, BTC, M	0 - 54	2
Conocarpus erectus (A)	Mangle botoncillo	M	0 - 10	4
Laguncularia racemosa (A)	Mangle blanco	M	0 - 10	5
*Terminalia catappa**	Falso almendro	C, M, BTSC	0 - 1 560	4

Hábitat: BTC=bosque tropical caducifolio. BTSC=bosque tropical subcaducifolio. BE=bosque espinoso. M=manglar. C=cultivada. A=amenazada según la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). *Exótica cultivada y/o naturalizada. **Silvestre en bosques tropicales del sureste de México, pero cultivada en la entidad. Fuente: Rendón-Sandoval 2009.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Manglar en el estero Tenacatita, La Huerta, Jalisco. Foto: Francisco Javier Rendón-Sandoval.

Figura 3. Inflorescencias de *Bucida buceras.* Foto: Francisco Javier Rendón-Sandoval.

Figura 4. Frutos de *Combretum decandrum.* Foto: Francisco Javier Rendón-Sandoval.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. Detalle de una flor de *Combretum farinosum.* Foto: Francisco Javier Rendón-Sandoval.

Figura 6. Detalle de una flor de *Combretum fruticosum.* Foto: Francisco Javier Rendón-Sandoval.

Figura 7. Flores de *Combretum igneiflorum.* Foto: Francisco Javier Rendón-Sandoval.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 8. Inflorescencias de *Combretum laxum.* Foto: Francisco Javier Rendón-Sandoval.

Figura 9. Inflorescencias de *Conocarpus erectus.* Foto: Francisco Javier Rendón-Sandoval.

Figura 10. Frutos de *Laguncularia racemosa*. Foto: Francisco Javier Rendón-Sandoval.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 11. Frutos de *Terminalia catappa.* Foto: Francisco Javier Rendón-Sandoval.

Distribución

Esta familia se distribuye de manera pantropical; es decir, que se encuentra en regiones tropicales de los continentes de África, América, Asia y Oceanía (Stace 2009). En América, las especies del género *Combretum* se localizan desde México hasta el norte de Argentina y en Las Antillas. En Jalisco, las cinco especies de *Combretum* se desarrollan como vegetación riparia (aledañas a las corrientes de agua como ríos y arroyos) dentro de bosques tropicales cercanos a la costa del Pacífico (Rendón-Sandoval 2009, Rendón-Sandoval *et al.* 2011). Por su parte, los mangles blanco y botoncillo se distribuyen en las costas tropicales de América, Las Antillas y el oeste de África. En México están presentes en la costa del Pacífico y en la del Atlántico; dentro de la entidad se localizan, en manchones, a lo largo de la línea costera.

Importancia ecológica, económica y cultural

Los manglares son valiosos porque protegen y estabilizan la línea costera de la constante erosión del mar y el embate de diversos fenómenos atmosféricos (Lot-Helgueras 1982); funcionan como filtradores, ya que absorben la materia orgánica disuelta en el agua; forman suelo, retienen sedimentos, aminoran perturbaciones, abastecen y regulan el agua, albergan una enorme biodiversidad –puesto que representan un refugio para especies marinas (como peces y moluscos) en etapas tempranas de vida, y para aves residentes y migratorias–; además ofrecen servicios culturales y recreativos (Calderón *et al.* 2008). Las lianas del género *Combretum* producen un néctar que atrae a hormigas, abejas, avispas, mariposas, mantis, moscas, colibríes y otras aves pequeñas, por lo que son importantes ecológicamente, ya que son fuente de alimento para tales especies. El olivo negro (*Bucida buceras*) y el falso almendro (*Terminalia catappa*) son atractivos por su uso ornamental, pero sólo este último se cultiva ampliamente en la costa de Jalisco por sus frutos comestibles, los cuales son consumidos por el ser humano y también por los murciélagos.

Principales amenazas

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y el mangle

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

botoncillo (*Conocarpus erectus*) están amenazados (A). El ecosistema del manglar se pone en riesgo debido a los desarrollos de complejos turísticos, inmobiliarios y de acuacultura, así como por la tala inmoderada para ampliar áreas destinadas a la agricultura y ganadería extensivas, el azolve por arrastre eólico y fluvial, el uso inadecuado de los recursos forestales y pesqueros, y el saqueo de especies (Carmona-Díaz *et al.* 2004). Dentro de la entidad, la principal amenaza para las especies de Combretaceae es la destrucción de su hábitat (el manglar y los bosques tropicales caducifolios) a causa del desarrollo de la industria inmobiliaria y turística, sobre todo en Costa Alegre.

Acciones de conservación

En México la ley que protege al manglar es la Ley General de Vida Silvestre, que menciona en su artículo 60 TER (SEMARNAT 2000) lo siguiente:

"Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos, de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos. Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar".

Además de la NOM-022-SEMARNAT-2003 que establece, de manera amplia y detallada, las especificaciones para la conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar (SEMARNAT 2003). A pesar de esto, la perturbación y modificación de los manglares en el litoral de Jalisco se efectúa aceleradamente (Lot-Helgueras 1982). Las leyes se quebrantan o modifican para permitir concesiones dentro del marco legal; por ejemplo, un artículo único en el que se adiciona la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003, el cual señala lo siguiente:

"La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente".

Los numerales aquí referidos tratan acerca de la prohibición de establecer infraestructura marina fija y acuícola en zonas de manglar, construir vías de comunicación aledañas y limitar actividades productivas (ganadería, acuacultura, infraestructura urbana, entre otras) de, por lo menos, 100 m respecto a la vegetación del manglar.

Conclusión y recomendaciones

Es imperioso establecer planes de manejo para evitar el continuo deterioro de los recursos naturales costeros y la pérdida gradual del manglar (Lugo 2002), que es una comunidad vegetal primaria que posee gran valor ecológico y brinda diversos servicios ambientales. También es necesario implementar dichos planes de manejo en el resto de los hábitats de las especies de la familia Combretaceae que han sido vulneradas, como son los bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios en donde representan una fuente de alimento para varios organismos nectarívoros.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Calderón, C., G. Anaya, M.A. de La Cueva y O. Aburto. 2008. Balandra: el bosque costero de La Paz. *Biodiversitas* 78: 1-7.

Carmona-Díaz, G., J.E. Morales-Mávil y E. Rodríguez-Luna. 2004. Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: una estrategia para la conservación de sus recursos naturales. *Madera y Bosques* 10(2): 5-23.

Castelo, E. 2006. *Combretaceae en Flora de Guerrero.* Fascículo 28. Facultad de Ciencias, UNAM.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. *Manglares de México*. México.

Guaglianone, E.R. y L.J. Novara. 1999. Familia Combretaceae R. Br. *Aportes botánicos de Salta, Ser. Flora* 6(1): 1-7.

Lot-Helgueras, A. 1982. *El manglar*. Comunicado No. 21 sobre recursos bióticos potenciales del país. INIREB. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

Lugo, A. 2002. Conserving Latin American and Caribbean mangroves: issues and challenges. *Madera y Bosques* 8(1):5-25.

Rendón-Sandoval, F.J. 2009. *Estudio taxonómico de la familia Combretaceae en el estado de Jalisco, México*. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara.

Rendón-Sandoval, F.J., R. Ramírez-Delgadillo y A. Frías-Castro. 2011. Una especie nueva de *Combretum* (Combretaceae, sección Combretum) de la costa del occidente de México. *Novon* 21 (4):483-486.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 26 de enero de 2015.

—. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. Publicada el 10 de abril de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Stace, C.A. 2009. Combretaceae. G. Davidse, M. Sousa, S. Knapp y F. Chiang (eds.). *Flora Mesoamericana* 4(1):339–345.

Sytsma, K., y B.A. Berger. Clocks, clades and continents: Evaluating hypotheses of vicariance, dispersal, and time in Southern Hemisphere Myrtales (Combretaceae, Myrtaceae, Metrosideros). En: *XVIII International Botanical Congress 2011*, Melbourne. [Abstracts].

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los álamos y sauces (familia Salicaceae)

Rosa Elena Martínez González

Descripción

Los álamos y sauces (familia de las Salicáceas) son un grupo de árboles y arbustos dioicos o monoicos (sauces), caducifolios; tienen corteza lisa o agrietada de sabor amargo; yemas y hojas jóvenes con frecuencia resinosas y aromáticas; estípulas membranosas, caedizas o foliáceas; hojas simples alternas, enteras, denticuladas o aserradas, con glándulas en el ápice de los dientes, por lo general caducifolias.

Las infloresencias se presentan en amentos o racimos axilares o terminales; por lo general, aparecen antes o al mismo tiempo que las hojas; flores unisexuales, pequeñas, protegidas por brácteas, perianto formado por un disco cupuliforme (álamos) o con una o dos pequeñas glándulas o escamas (sauces); flores masculinas de uno a 50 estambres insertos en un receptáculo, los filamentos son libres o rara vez unidos entre sí; anteras biloculares dehiscencia longitudinal, pistolodio presente o ausente; flores femeninas con ovario súpero, de dos a cuatro carpelos, pistilo solitario, sésil o estipitado, unilocular, dos a cuatro placentas, parietales, en ocasiones casi basales, carentes de estaminodios; óvulos numerosos; por lo general, estilo bífido, corto o largo; de dos a cuatro estigmas; fruto capsular dehiscente en dos a cuatro valvas; semillas pequeñas, numerosas, con un penacho de pelos largos, sedosos, erectos, por lo general blancos; endosperma ausente.

Diversidad

Esta familia consiste de dos géneros: *Populus*, tiene de 30 a 40 especies conocidas como álamos, chopos y algodoneros. *Salix*, comprende de 350 a 450 especies conocidas como sauces o sauz (Eckenwalder 1977). El origen de la familia se registra en el este de Asia. En México se conocen nueve especies y seis subespecies de álamos y 12 de sauces; en Jalisco crecen tres especies de álamos y cinco de sauces (cuadro 1 y apéndice 18). *Populus guzmanantlensis* (figura 1) y *Salix*

Cuadro 1. Especies de álamos y sauces (familia Salicaceae) registradas en el estado.

Género	Nombre científico	Nombre común
Populus	*Populus fremontii* subsp. *mesetae*	Alamito, álamo
Populus	*Populus guzmanantlensis*	Álamo, alamillo, algodoncillo, cicuita
Populus	*Populus tremuloides*	Álamo, alamillo, *usaroko*, *wisaroki*, temblón
Salix	*Salix bonplandiana*	Sauce llorón, sauce blanco, ahuejote, huejote, náhuatl ahucoti
Salix	*Salix humboldtiana*	Sauce rojo, sauce amargo, sauce blanco, sauce criollo, sauce chileno, sauce pimotea, *mixcaxtac* (totonaco)
Salix	*Salix jaliscana*	Saucillo
Salix	*Salix paradoxa* (**Salix oxylepis*)	Saucillo, taray, sauce, romerillo, sabino, sauz
Salix	*Salix taxifolia (**Salix microphylla)*	Sauce, sauz, sauce chiquito, sauce del río

** Sinonimia

Fuente: Rzedowski 1985a, Martínez y González 2002.

Martínez-González, R.E. 2017. Los álamos y sauces (familia Salicaceae). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 183-186.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Frecuencia de géneros en los municipios del estado.

Género	Núm. de municipios en los que está presente	Porcentaje respecto al estado (%)
Salix	58	46.4
Populus	10	8.0

Fuente: Martínez y González 2002.

jaliscana son endémicos de Jalisco y Colima. La familia se presenta en 58 municipios de Jalisco (la frecuencia de géneros se presenta en el cuadro 2). Los trabajos taxonómicos, así como los estudios filogenéticos, florísticos y de polen hechos en las salicáceas se resumen en el cuadro 3.

Distribución

Las salicáceas tienen una amplia distribución en casi todo el mundo; sin embargo, son más abundantes en las regiones templadas del hemisferio norte y menos en el hemisferio sur y en los trópicos. Los sauces se extienden más que los álamos hacia las regiones templadas. La mayoría de los componentes de esta familia crecen en lugares húmedos y abiertos, como márgenes de ríos y arroyos, donde forman arboledas y hasta bosques. *Populus* se extiende en el hemisferio norte en Asia, Europa, África y América en altitudes de escasos metros del nivel del mar hasta los 3 600 msnm. En América, el límite sur de la distribución geográfica es el sureste de México, representado por *P. mexicana*.

Importancia ecológica, económica y cultural

Son un grupo de árboles de gran importancia económica y forestal, así como para la horticultura. Las especies tienen usos muy variados, entre ellos pulpa para papel, cortinas rompe vientos, reforestación de zonas urbanas, así como diversos artículos artesanales, fabricación de canastas, cajas de cerillos, medicinales, ornamentales y combustibles. Por su rápido crecimiento, algunas especies se cultivan en México, como *Populus deltoides*, *P. fremontii*, *P. mexicana*, *P. monticola*, *P. simaroa*, *P. tremuloides*, *Salix bonplandiana*, y *S. humboldtiana*, entre otras. Los álamos, que con frecuencia se ven en las calles, parques y jardines de la ciudad de Guadalajara, son *P. deltoides*, *P. mexicana* y *P. alba*, esta última, el álamo plateado, es nativa de Europa occidental y Asia central. También se han utilizado en medicina tradicional, ya que la corteza de los sauces contiene salicilina, es el ancestro del ácido acetilsalicílico (aspirina) que es utilizado como remedio medicinal tradicional para tratar el dolor de cabeza, reumas y fiebre, además se usan como plantas ornamentales, cercas vivas o bordos. En la industria artesanal se utilizan para elaborar canastas y otros productos.

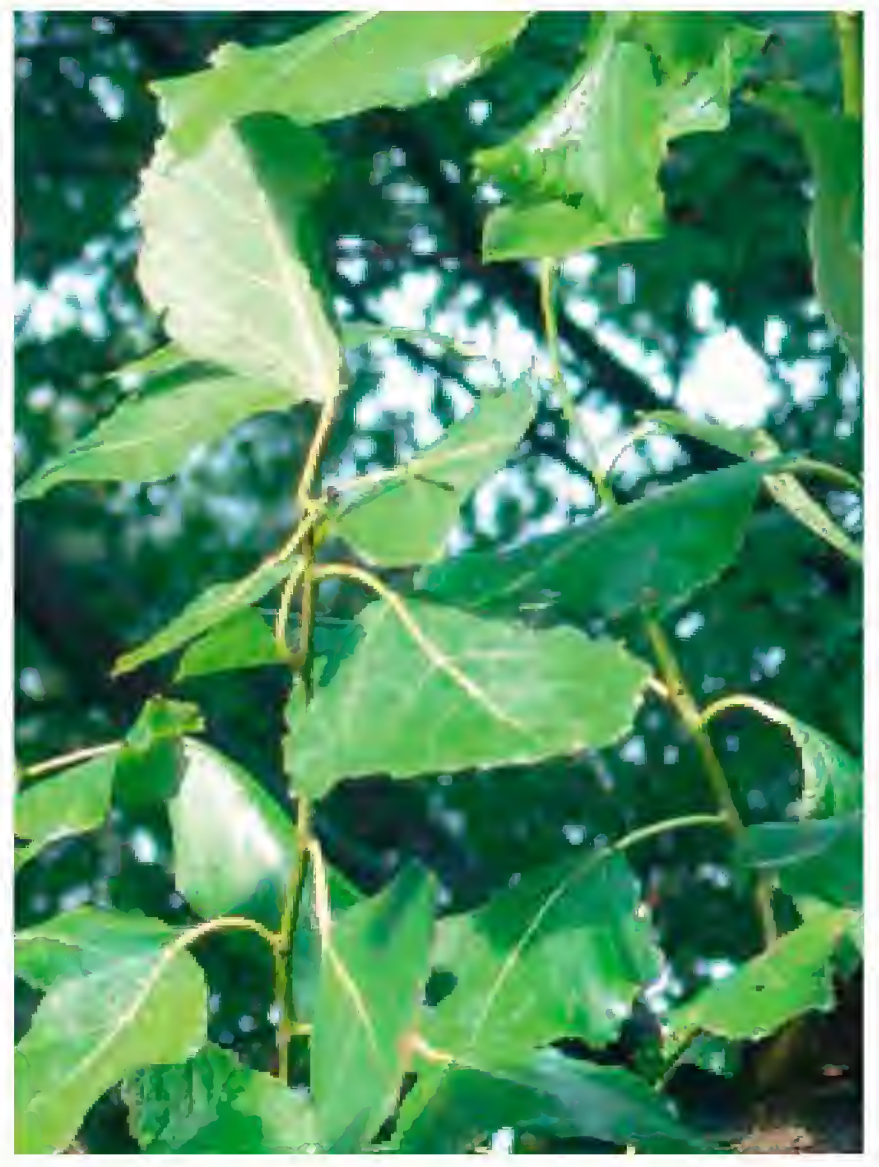


Figura 1. Aspecto general de la ramilla del álamo (*Populus guzmanantlensis*). Foto: Rosa Elena Martínez González.

Situación y estado de conservación

En el estado crecen tres especies del género *Populus*, son *Populus fremontii* subespecie *mesetae* que se hibridiza con otras especies de álamos cultivadas; *Populus guzmanantlensis* que es endémica de Jalisco

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Resumen de los estudios realizados a los álamos y sauces.

Tipo de estudio	Grupo	Autor	Contribución
Taxonómico	*Populus*	Standley 1961	En su trabajo "Trees and shrubs of Mexico" cita a tres especies
Taxonómico	*Populus*	Shreve y Wiggins 1964	En "Vegetation and flora of the Sonoran desert" informan acerca de siete especies
Taxonómico	*Populus simaroa*	Rzedowski 1985a	Describe la especie
Taxonómico	*Populus*	Eckenwalder 1977	Reestructuración de seis secciones: *Turanga*, *Abaso*, *Populus*, *Leucoides*, *Tacamahaca* y *Aigeiros*
Taxonómico	*Populus guzmanantlensis*	Vázquez y Cuevas 1989	Describen la especie de la sierra de Manantlán
Taxonómico	*Populus*	Martínez y González 2002	Reportan tres especies silvestres de *Populus* para el estado
Taxonómico	*Populus*	Martínez y González 2005	Hicieron una revisión taxonómica de las nueve especies silvestres de *Populus* en México
Filogenético	*Populus*	Smith 1988	Estudios filogenéticos con base en el análisis del ADN del cloroplasto
Florístico	*Populus*	Wiggins 1980	Informa de siete especies en Baja California
Florístico	Familia Salicaceae	Espinosa 1981	Reporta tres especies del Valle de México
Florístico	Familia Salicaceae	Nee 1984	Reporta seis especies de *Salix* y cuatro de *Populus* en Veracruz
Florístico	Familia Salicaceae	Carranza 1995	Reporta *P. tremuloides* en el Bajío y regiones adyacentes
Florístico	Familia Salicaceae	Fonseca 1996	Reporta *Populus simaroa* en Guerrero
Geografía y paleobotánica	*Populus*	Rzedowski 1985a	Analiza ocho especies de México
Polen	*Populus*	Erdtman 1943 y 1952, Hyde y Adams 1958, Dalmau 1961, Wodehouse 1965, Rawley y Erdtman 1967, Kapp 1969, Eckenwalder 1977, Palacios-Chávez y Alvarado 1987, Moore *et al.* 1991, Núñez y Ludlow-Wiechers 1998, Martínez y Jiménez 2001	Describieron los granos de polen de varias especies de *Populus*

Fuente: Eckenwalder 1977, Rzedowski 1985a y 1985b, Martínez y Jiménez 2000, Martínez y González 2002 y 2005.

y está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial (Pr), y *Populus tremuloides* que es el primer y único registro para Jalisco en el municipio Mezquitic.

Principales amenazas

Por su escasez y limitada distribución dentro del área de la flora de Jalisco, las especies *Populus guzmanantlensis* y *Salix jaliscana* son consideradas vulnerables a la extinción, sobre todo en función de la devastación cada vez mayor de las zonas boscosas donde se asientan.

Conclusión y recomendaciones

De las especies de la familia Salicaceae que crecen en Jalisco, dos son endémicas (*Populus guzmanantlensis* y *Salix jaliscana*). Por su rápido crecimiento, se recomienda que se cultiven en su lugar de origen y, posteriormente, se distribuyan en lugares con características adecuadas para su adaptación (con disponibilidad suficiente de agua).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Carranza, E. 1995. Salicaceae. En: *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. Fascículo 37. Instituto de Ecología.

Dalmau, P. 1961. *Polen*. Talleres gráficos D. C. P. Gerona.

Eckenwalder, J.E. 1977. North American cottonwoods (*Populus*, Salicaceae) of sections Abaso and Aigeiros, *Journal of the Arnold Arboretum* 58(3):193-208.

Erdtman, G. 1943. An introduction to pollen analysis. Nueva York.

—. 1952. *Pollen morphology and plant taxonomy. GFF*. 74(4):526-527

Espinosa, J. 1981. Salicaceae. En: *Flora Fanerogámica del Valle de México*. J. Rzedowski y G. Rzedowski. Compañía Editorial Continental, México, pp. 95-99.

Fonseca, R.M. 1996. No. 4 Salicaceae. En: *Flora de Guerrero*. N. Diego-Pérez y R.M. Fonseca (eds.). Facultad de Ciencias UNAM.

Hyde, H.A. y F.K. Adams. 1958. *An Atlas of airborne pollen grains*. Mac Millan-LTA, Londres.

Kapp, R.O. 1969. *How to know pollen and spores*. WC Brown, Dubuque.

Martínez, R.E. y L.M. González. 2002. *La familia Salicaceae (Populus) en el estado de Jalisco, México*. Universidad de Guadalajara.

Martínez, R.E. y L.M. González. 2005. *Taxonomía y biogeografía del género Populus (Salicaceae) en México*. Universidad de Guadalajara.

Martínez, R.E. y N. Jiménez. 2001. Estudio palinológico de especies del género *Populus* L. (Salicaceae) en México. *Boletín del IBUG* 8(1-2): 101-110.

Moore, P.D., J.A. Webb y M.E. Collinson. 1991. *Pollen analysis*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 216 pp.

Nee, M. 1984. Salicaceae. En: *Flora de Veracruz*. Fascículo 34. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz.

Núñez, P. y B. Ludlow-Wirchers. 1998. Salicaceae. En: *Flora palinológica de Guerrero*. B. Ludlow-Wiechers y H. Hooghiemstra (eds.). UNAM, México.

Palacios-Chávez, R. y J.L. Alvarado. 1987. Familia Salicaceae. En: Catálogo palinológico para la flora de Veracruz. B. Ludlow-Wiechers (ed.). *Biotica* 12(4):257-273.

Rawley, J.R. y R. Erdtman. 1967. Sporederm in *Populus* and *Salix*. *Grana Palinológica* 7:2-3.

Rzedowski, J. 1985a. Análisis de la distribución geográfica de las especies mexicanas del género *Populus* (Salicaceae). *Compte Rendu Sommaire des Séances de la Société de Biogéographie* 60(4):141-150.

—. 1985b. Tres dicotiledóneas mexicanas nuevas de posible interés ornamental. *Boletín de la Sociedad Botánica Méxicana* 35:37-49.

Shreve, F. e I.L. Wiggins. 1964. *Vegetation and flora of Sonoran Desert*, Volume 1. Stanford University Press.

Smith, R.L. 1988. *Phylogenetics of Populus L. (Salicaceae) based on restriction site fragment analysis of cpDNA*. Tesis de la Universidad de Wisconsin-Madison.

Standley, P.C. 1961. Salicaceae, trees and shrubs of México. *Contributions from the U.S. National Herbarium* 23(1-3): 157-163.

Vázquez, A. y R. Cuevas. 1989. Una nueva especie tropical de *Populus* (Salicaceae) de la sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana* 8:39-45.

Wiggins, I.L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press. Standford, California.

Wodehouse, R.P. 1965. *Pollen grains*. McGrawHill Book Co. Inc., (facsímile of the 1035 edition, published by Hafner Publishing Co.), Nueva York.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Papelillos y copales (familia Burseraceae)

Alfredo Frias Castro

Descripción

Los copales y cuajiotes son árboles (a veces arbustos) del género *Bursera*, que pertenece a la familia Burseraceae, y ha sido una fuente importante de resinas, medicinas, aceites esenciales y perfumes. Son árboles típicos de las selvas bajas caducifolias, que se encuentran en laderas de cerros arboladas donde hay una marcada estación de lluvia y de sequía; durante esta última los árboles pierden sus hojas completamente. La mayor parte de las especies se distribuyen por debajo de los 1 700 m de elevación y sólo unas pocas alcanzan a habitar los encinares y otros bosques templados hasta los 2 100 msnm (Espinosa 2007).

Diversidad

Burseraceae comprende 18 géneros y cerca de 600 especies en el mundo, nueve géneros y 240 especies en América. Los géneros más diversos son *Bursera* (cerca de 110 spp.), *Cannarium* (77 spp.), *Commiphora* (190 spp.) y *Protium* (80 spp.) (Medina-Lemos 2008). Su origen es asiático, entre las especies más conocidas están la mirra (*Commiphora*) y el incienso (*Boswellia*). En México existen tres géneros en los que el más diverso es *Bursera* (de origen américano), conocidas como papelillos, totortes, copales y cuajiotes (Rzedowski y Guevara-Féfer 1992, Rzedowski *et al.* 2005 y Espinosa *et al.* 2006). Jalisco ocupa el cuarto lugar en cuanto a riqueza de estas plantas, y cuenta con 30 especies (27% del total de las reportadas en el país) (apéndice 19).

Distribución

Burseraceae se distribuye en México, sobre todo en la vertiente del Pacífico, desde Sonora hasta Chiapas (Rzedowski y Kruse 1979). En 1964 McVaugh y Rzedowski dividieron a *Bursera* en dos secciones: *Bursera*, que agrupa a los papelillos, trotes y cuajiotes (figura 1), y *Bullockia* en la que se encuentran los copales (figura 2). Jalisco es un centro importante en cuanto a la distribución de estas especies; la sección *Bursera* tiene 19 especies y *Bullockia* cuenta con 11 de copales (cuadro 1). De éstas, 85% crecen en el bosque tropical deciduo, 10% en el bosque tropical subdeciduo y 5% llega a desarrollarse en el bosque de encino, bosque de pino y vegetación sabanoide (McVaugh y Rzedowski 1965).

Importancia ecológica, económica y cultural

Desde épocas prehispánicas han sido utilizadas en ceremonias y ritos religiosos, además son importantes porque segregan resinas aromáticas de gran valor en el mercado, que son la materia prima para elaborar diferentes lociones y fragancias de alta calidad (Rzedowski y Kruse 1979). La madera es usada para fabricar figuras conocidas como alebrijes. En el estado son utilizados como barrera o cercos vivos, debido a que estas plantas pueden reproducirse de manera asexual por medio de esquejes que enraízan rápidamente (Rzedowski *et al.* 2004).

Frias Castro, A. 2017. Papelillos y copales (familia Burseraceae). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 187-190.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. *Bursera ariensis*. Foto: Alfredo Frias Castro.

Situación y estado de conservación

De las 30 especies localizadas en Jalisco, sólo *Bursera arborea* papelillo está protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría A (amenazada) y endémica para México (SEMARNAT 2010).

Principales amenazas

Las principales amenazas para la familia son el cambio de uso de suelo, la fragmentación de los ecosistemas debido a la construcción de infraestructura, el pastoreo incontrolado y la deforestación, así como la extracción de madera cotizada para la fabricación de alebrijes y la extracción de resinas.

Recomendaciones

Las acciones encaminadas a conservar esta familia deben orientarse hacia programas de educación ambiental en la población, crear áreas protegidas que conserven los ecosistemas en donde estén presentes, y programas para controlar la deforestación (y restauración o reforestación) y controlar el pastoreo.

Figura 2. *Bursera copallifera*. Foto: Alfredo Frias Castro.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Especies del género *Bursera* presentes en la entidad.

Sección	Nombre científico	Tipo de vegetación	Distribución
Bursera "papelillos"	*Bursera arborea**	BTSD	MDP
	B. ariensis	BE, BTD	CC
	B. attenuata	BTSD , BE	MDP
	B. confusa	BTD, BTSD	MDP
	B. crenata	BTD	MDP
	B. denticulata	BE, BTD	MDP
	B. fagaroides	BTD, BE, BP	C, A, CC, MDP
	B. grandifolia	BTD, BE	C, CC, MDP
	B. instabilis	BTD	MDP
	B. kerberi	BTD, BE	C, CC, MDP
	B. multijuga	BTD, BE	C
	B. ovalifolia	BTSD	MDP
	B. palaciosii	BTD	MDP
	B. roseana	BTD, BE	MDP
	B. schlechtendalii	BTD	C, CC, MDP
	B. simaruba	BTSD	MDP
	B. subtrifoliata	BTD	CC, MDP
	B. trimera	BTD	MDP
	B. vazquezyanesii	BTD	MDP
Bullockia "copales"	*Bursera bipinnata*	BTD, BE, BP, BTSD	MDP
	B. citronella	BTD	MDP
	B. copallifera	BTD	C, CC, MDP
	B. excelsa	BTD	MDP
	B. heteresthes	BTD	MDP
	B. infernidialis	BTD	MDP
	B. macvaughiana	BTD	MDP
	B. palmeri	BTD, BE	CC, A
	B. penicillata	BTD	C, A, CC, MDP
	B. ribana	BTD	MDP
	B. sarcopoda	BTD	MDP

*Especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010

Tipo de vegetación: BTSD=bosque tropical subdeciduo. BTD=bosque tropical deciduo. BE=bosque de encino. BP=bosque de pino. VS=vegetación sabanoide.

Distribución: C=región de los cañones. MDP=región montañosa y declives del Pacífico. CC=región de las cuencas centrales. A=región Los Altos.

Fuente: elaboración propia según información de McVaugh y Rzedowski 1965.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Espinosa, D., J. Llorente y J.J. Morrone. 2006. Historical biogeographical patterns of the species of *Bursera* (Burseraceae) and their taxonomic implications. *Journal of Biogeography* 33(11): 1945-1958.

Espinosa, D. 2007. Catálogo de autoridades taxonómicas de la familia Burseraceae en México. Facultad de Estudios Superiores, Zaragoza, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto BS001. México.

McVaugh, R. y J. Rzedowski. 1965. Synopsis of the genus Bursera L. in western Mexico, with notes on the material of Bursera collected by Sessé & Mociño. *Kew Bulletin* 18: 317-361.

Medina-Lemos, R. 2008. Burseraceae. En: *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Fascículo 66. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Rzedowski, J. y F. Guevara-Féfer. 1992. Familia: Burseraceae. En: *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*. Fascículo 3. Instituto de Ecología, A. C. Pátzcuaro.

Rzedowski, J. y H. Kruse. 1979. Algunas tendencias evolutivas en Bursera (Burseraceae). *Taxón* 28 (1/3): 103-116.

Rzedowski, J., R. Medina y G. Calderón de Rzedowski. 2004. Las especies de Bursera (Burseraceae) en la cuenca superior del río Papaloapan (México). *Acta Botánica Mexicana* 66: 23-151.

—. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regional de las especies de Bursera (Burseraceae). *Acta Botánica Mexicana* 70: 85-111.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las plantas vasculares endémicas

Leticia Hernández López

Introducción

Las especies endémicas tienen una distribución geográfica reducida. Cuando se habla de endemismo es importante especificar la escala, ya que una especie puede ser endémica de un área muy pequeña, de unas pocas hectáreas o un municipio, u ocupar un área mayor, como un estado, una región o un país. Las especies son entidades vivas, no reconocen límites políticos y se desarrollan en áreas delimitadas ecológicamente; por eso, algunas veces se dice que una especie es endémica de suelos yesosos, una sierra, un lago o un tipo de vegetación. El endemismo también se puede presentar en diferentes niveles taxonómicos, familias, géneros, especies o subespecies.

Se han hecho muchos estudios para explicar por qué una especie crece solo en un lugar y no en otro, pero ha resultado complicado porque son muchos los parámetros que deben considerarse: aspectos históricos, como la edad geológica del lugar; aspectos ecológicos, como el grado de aislamiento; aspectos fisiológicos propios de la especie; las características abióticas, como tipos de suelos, la precipitación pluvial anual; entre otros factores ambientales.

Al ocupar un área reducida, una especie tiene más riesgo. Cualquier impacto sobre ese hábitat, como la construcción de una carretera, un incendio forestal o la sobreexplotación, podría extinguir a una especie endémica; es decir, se perdería para siempre. Aunque algunas pueden crecer en áreas relativamente grandes, el número de individuos es muy bajo en cada una de sus poblaciones. Una endémica también puede ser rara o encontrarse en peligro de extinción.

¿Cómo se sabe que una especie es endémica? Para saberlo es necesario conocer la distribución geográfica de las especies que estén bajo estudio; es decir, revisar trabajos monográficos, bases de datos, inventarios florísticos, consultar colecciones biológicas (herbarios), así como el trabajo de taxónomos especialistas. Los taxónomos describen especies nuevas, es decir, dan a conocer por primera vez un taxón y le asignan un nombre científico mediante una publicación científica que incluye la descripción de sus características morfológicas, tipo de hábitat donde crece y localidad o localidades de donde se colectó el material biológico de referencia para describirlas. Es así como se conoce la distribución de una especie particular, la cual puede ser reducida y, en algunos casos, el taxónomo indica que esa especie es endémica.

Pero ese conocimiento es temporal, ya que muy probablemente el mismo investigador u otros colegas, al explorar otras zonas, podrían encontrar esa especie y así ampliar el área de distribución. Eso evidencia que los datos de endemismo pueden ser preliminares y de corto plazo porque depende del nivel de conocimiento (inventarios florísticos) y del grado de exploración botánica de un área determinada. Por ejemplo, el alamillo o algodoncillo, como se le conoce comúnmente a *Populus guzmanantlensis,* es un árbol que se pensaba que estaba restringido a la Sierra de Manantlán (Vázquez y Cuevas 1989), pero en el 2006 se encontró en Colima (Padilla-Velarde *et al.* 2006). En este caso, la especie ya no es sólo endémica de Jalisco, sino también de Colima.

Hernández-López, L. 2017. Las plantas vasculares endémicas. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II.* CONABIO. México, pp. 191-196.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Diversidad

En México se ha estimado que 10% de los géneros y 52% de las especies de plantas con flores son endémicas al país (Rzedowski 1991). Otros autores sugieren, al nivel de especie, un endemismo cercano a 57% (Villaseñor 2003).

Para Jalisco se registraron 298 especies de plantas endémicas estrictas (Hernández-López 1995); es decir, no se encuentran en ninguna otra parte del mundo. En el mismo trabajo se encontró que al incluir las especies cuasi-endémicas (que crecen principalmente en Jalisco y marginalmente en alguno de los estados vecinos), el número de especies se incrementó a 501.

Con apoyo de la CONABIO (proyecto J021) se actualizó la información (Hernández-López 1999) y el número de endémicas estrictas fue 304. Aunque las cifras no son contrastantes, sí cambia la composición de especies, ya que mientras algunas salen de la lista por ampliar su área de distribución, otras se incorporan (Meiners y Hernández 2007). La revisión parcial de literatura permitió registrar 349 taxa endémicos representados por 182 géneros y 58 familias (cuadro 1), lo que equivale a 4.6% de la flora de Jalisco.

Las familias mejor representadas son Asteraceae (27%), Orchidaceae (9%), Leguminosae (8%), Euphorbiaceae (5%) y Poaceae (4%). Tan sólo estas cinco familias incluyen 48% de los géneros y 54% de los taxa endémicos del estado (cuadro 2). En general, estas familias son también las que presentan la mayor riqueza de especies en Jalisco (Ramírez *et al.* 2010). Sin embargo, la familia de las orquídeas ocupa el segundo lugar por su endemismo. En parte, esto se debe a que especialistas en ese grupo (González Tamayo) describieron más de 15 especies nuevas para el estado (González y Cuevas 2006 y González *et al.* 2007). Asimismo, otros grupos botánicos se encuentran en revisión, tales como Lamiaceae (González-Gallegos, com. pers.), *Agave* (Vázquez-García, com. pers.), *Cosmos* (Rodríguez-Contreras y Castro-Castro, com. pers.), entre otros, con lo que salieron a la luz más de 30 especies nuevas para la ciencia, algunas de las cuales se restringen a Jalisco y deberán incorporarse en posteriores análisis sobre endemismo.

Cuadro 1. Magnitud del endemismo de la flora en Jalisco en diferentes años.

	1995*	1999**	Este trabajo
Familias	45	56	58
Géneros representados	155	173	182
Taxa endémicos	298	304	349

Nota para cuantificar las familias que incluyen especies endémicas: en 1999 se presentó la familia Leguminosae separada en cuatro familias (Caesalpiniaceae, Fabaceae, Mimosaceae y Papilionaceae) mientras que en este estudio se fusionan como Leguminosae.
Fuentes: Hernández-López 1995*, 1999**.

Cuadro 2. Composición taxonómica del endemismo en plantas.

Familias	Géneros representados	Especies endémicas	Endemismo (%)
Asteraceae	38	96	27
Orchidaceae	15	33	9
Leguminosae	18	28	8
Euphorbiaceae	7	18	5
Poaceae	10	15	4
Otras familias (53)	94	159	46
Total (58)	**182**	**349**	**100**

Fuente: elaboración propia a partir de datos del proyecto *Actualización de la base de datos de plantas endémicas de Jalisco*, de Leticia Hernández López.

Distribución

Respecto a la distribución de las especies endémicas, ésta se analizó para identificar los sitios de más concentración de estos taxa en Jalisco (Hernández-López 1995) y se detectaron cuatro centros principales: a) Centro Talpa-Cuale, b) Centro Manantlán, c) Centro Guadalajara-Zapopan, y d) Centro Chamela-Cuixmala (figura 1). Sin embargo, estos resultados reflejan que en la mayoría de esos sitios se ha hecho más exploración botánica y cuentan con inventarios biológicos por ser áreas protegidas, particularmente las reservas de la Biosfera Sierra de Manantlán y Chamela-Cuixmala. El centro Guadalajara-Zapopan, sin

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

contener en ese entonces áreas protegidas, fueron foco de exploración por numerosos botánicos extranjeros debido a su cercanía a la ciudad y al relativo buen estado de conservación durante los años 1840-1910, en particular de las barrancas circundantes a la zona metropolitana (McVaugh 1952, 1972). Algo notable fue que el centro Talpa-Cuale, ubicado en el occidente de Jalisco, donde los trabajos han sido esporádicos (Reynoso-Dueñas 2004, Reynoso-Dueñas *et al.* 2006), ya que concentra gran cantidad de endemismos, por lo que se enfatizó la urgente necesidad de protegerlo.

Importancia ecológica, económica y cultural

En muchas partes del mundo la información respecto a los endemismos se ha utilizado para seleccionar sitios y diseñar planes para conservar la biodiversidad. Al tener como base los datos de endemismo de especies y el grado de amenaza que enfrentan, se han identificado 34 sitios en el mundo (conocidos como *hotspots*), que contienen 44% de las especies de plantas vasculares y 35% de las especies de los cuatro grupos de vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) de todo el planeta (Myers *et al.* 2000). Diversas fundaciones internacionales de conservación y los gobiernos de cada país desarrollan programas de investigación y destinan recursos para conservar tales sitios biológicamente diversos y amenazados.

México es uno de los países megadiversos por su alta diversidad de especies y ecosistemas (Mittermeier *et al.* 1997) y al mismo tiempo incluye tres de los *hotspots* de importancia mundial. Rzedowski (1991) registró que casi 50% de las especies de plantas del país son endémicas; en Jalisco, la especie endémica más conocida es el teocintle o milpilla perenne (*Zea diploperennis*), ya que en 1979 investigadores de la Universidad de Guadalajara dieron a conocer internacionalmente su descubrimiento en la Sierra de Manantlán (Iltis *et al.* 1979). Su importancia radica en que esta especie es pariente del maíz cultivado y que con su germoplasma se podrían llevar a cabo trabajos de mejoramiento genético para beneficio de la sociedad (figura 2). En 1987 se estableció la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán para proteger y estudiar las pocas poblaciones de *Z. diploperennis*, ya que no se encuentra en ninguna otra parte del mundo (Guzmán 1985, Guzmán e Iltis 1991, Jardel 1992, INE y SEMARNAP 2000).

No todas las especies endémicas tienen importancia económica y tampoco se destinan recursos para protegerlas; algunas pueden no tener importancia económica directa, pero la tienen de manera ecológica y de valor intrínseco por ser parte de la biodiversidad de un área y porque son componentes de ecosistemas que ofrecen diversos servicios ambientales, y quizá mantengan interacciones complejas que aún no se han identificado y descrito. Además de ocupar áreas muy reducidas, en la mayoría de los casos, son más vulnerables a la extinción; asimismo, su supervivencia mantiene la potencialidad de usos a futuro.

Situación y estado de conservación

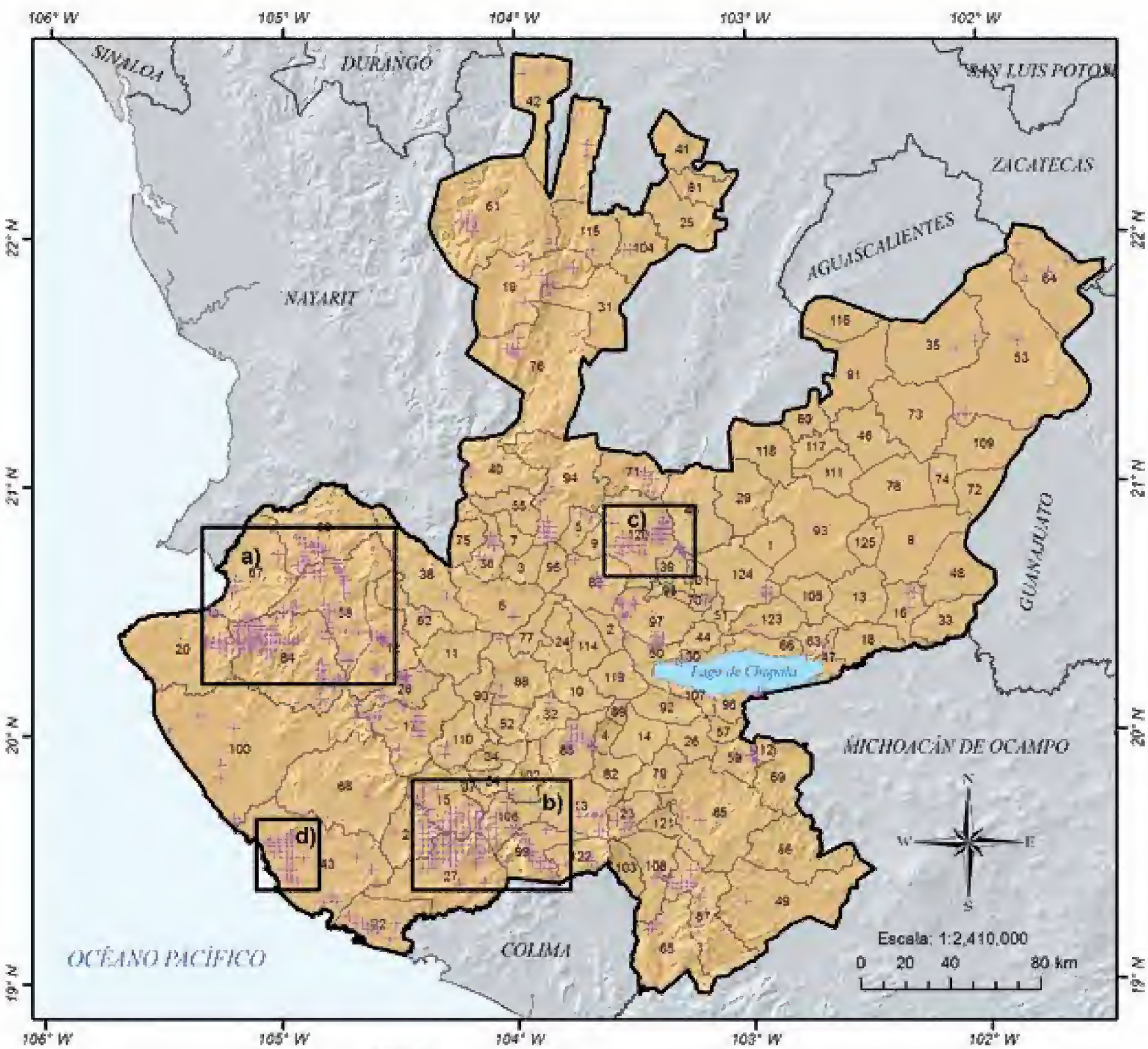
De las especies endémicas de Jalisco, sólo 17 taxa representados por 16 géneros y 10 familias se listan bajo alguna categoría de riesgo (cuadro 3) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la protección de especies, en la que predominan las de protección especial (Pr). Esto significa que sólo 5% de la flora endémica del estado tiene protección legal, lo cual es totalmente inadecuado si se considera que cerca de la mitad de las endémicas se han registrado con menos de cinco localidades, y refleja también que este instrumento legal requiere actualización.

Si en las áreas naturales protegidas de Jalisco se analiza la protección de las endémicas, se encuentra que sólo cerca de 40% de dichos taxa tienen representatividad en las unidades de conservación (Hernández-López *et al.* 2001).

Principales amenazas

Las principales amenazas son generalmente de origen antrópico. Aunque esto no se ha evaluado de manera precisa para todos los taxa endémicos

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



SIMBOLOGÍA

Rasgos diversos

- Límite estatal
- Límite estados vecinos
- Límite municipal

Localidades de especies endémicas

Los sitios de mayor concentración:

a) Centro Talpa-Cuale

b) Centro Manantlán

c) Centro Guadalajara-Zapopan

d) Centro Chamela-Cuixmala

Municipios

1 Acatic
2 Acatlán de Juárez
3 Ahualulco de Mercado
4 Amacueca
5 Amatitán
6 Ameca
7 San Juanito de Escobedo
8 Arandas
9 El Arenal
10 Atemajac de Brizuela
11 Atengo
12 Atenguillo
13 Atotonilco el Alto
14 Atoyac
15 Autlán de Navarro
16 Ayotlán
17 Ayutla
18 La Barca
19 Bolaños
20 Cabo Corrientes
21 Casimiro Castillo
22 Cihuatlán
23 Zapotlán el Grande
24 Cocula
25 Colotlán
26 Concepción de Buenos Aires
27 Cuautitlán de García Barragán
28 Cuquío
29 Guachinango
30 Chapala
31 Chimaltitán
32 Chiquilistlán
33 Degollado
34 Ejutla
35 Encarnación de Díaz
36 Etzatlán
37 El Grullo
38 Guachinango
39 Guadalajara
40 Hostotipaquillo
41 Huejúcar
42 Huejuquilla el Alto
43 La Huerta
44 Ixtlahuacán de los Membrillos
45 Ixtlahuacán del Río
46 Jalisco/Jilan
47 Jamay
48 Jesús María
49 Jilotlán de los Dolores
50 Jocotepec
51 Juanacatlán
52 Juchitlán
53 Lagos de Moreno
54 El Limón
55 Magdalena
56 Santa María del Oro
57 La Manzanilla de la Paz
58 Mascota
59 Mazamitla
60 Mexticacán
61 Mezquitic
62 Mixtlán
63 Ocotlán
64 Ojuelos de Jalisco
65 Pihuamo
66 Poncitlán
67 Puerto Vallarta
68 Villa Purificación
69 Quitupan
70 El Salto
71 San Cristóbal de la Barranca
72 San Diego de Alejandría
73 San Juan de los Lagos
74 San Julián
75 San Marcos
76 San Martín de Bolaños
77 San Martín Hidalgo
78 San Miguel el Alto
79 Gómez Farías
80 San Sebastián del Oeste
81 Santa María de los Ángeles
82 Sayula
83 Tala
84 Talpa de Allende
85 Tamazula de Gordiano
86 Tapalpa
87 Tecalitlán
88 Tecolotlán
89 Techaluta de Montenegro
90 Tenamaxtlán
91 Teocaltiche
92 Teocuitatlán de Corona
93 Tepatitlán de Morelos
94 Tequila
95 Teuchitlán
96 Tizapán el Alto
97 Tlajomulco de Zúñiga
98 Tlaquepaque
99 Tolimán
100 Tomatlán
101 Tonalá
102 Tonaya
103 Tonila
104 Totatiche
105 Tototlán
106 Tuxcacuesco
107 Tuxcueca
108 Tuxpan
109 Unión de San Antonio
110 Unión de Tula
111 Valle de Guadalupe
112 Valle de Juárez
113 San Gabriel
114 Villa Corona
115 Villa Guerrero
116 Villa Hidalgo
117 Cañadas de Obregón
118 Yahualica de González Gallo
119 Zacoalco de Torres
120 Zapotlán
121 Zapotiltic
122 Zapotlán de Vadillo
123 Zapotlán del Rey
124 Zapotlanejo
125 San Ignacio Cerro Gordo

Figura 1. Centros de endemismo florístico y distribución de las plantas endémicas. Los sitios de mayor concentración son a) Centro Talpa-Cuale, b) Centro Manantlán, c) Centro Guadalajara-Zapopan, y d) Centro Chamela-Cuixmala. Fuente: Hernández-López 1995.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Teocintle o milpilla perenne (*Zea diploperennis*) endémica de Jalisco. Fotos: Ramón Cuevas Guzmán.

Cuadro 3. Plantas endémicas del estado en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	Categoría de riesgo
Asclepiadaceae	*Asclepias macvaughii*	Pr
Asteraceae	*Perymenium wilburorum*	P
Cactaceae	*Mammillaria fittkaui*	Pr
Cactaceae	*Melocactus curvispinus* subsp. *dawsonii*	A
Lamiaceae	*Salvia manantlanensis*	Pr
Liliaceae	*Schoenocaulon jaliscense*	Pr
Orchidaceae	*Barkeria dorotheae*	A
Pinaceae	*Pinus jaliscana*	P
Poaceae	*Agrostis novogaliciana*	Pr
Poaceae	*Digitaria paniculata*	Pr
Poaceae	*Muhlenbergia jaliscana*	Pr
Poaceae	*Zea diploperennis*	A
Poaceae	*Zea perennis*	P
Podostemaceae	*Marathrum rubrum*	Pr
Podostemaceae	*Oserya longifolia*	P
Podostemaceae	*Vanroyenella plumosa*	Pr
Scrophulariaceae	*Castilleja mcvaughii*	Pr

Categoría de riesgo: Pr=sujeta a protección especial, A=amenazada.

de Jalisco, la pérdida de hábitat se ha dado por el cambio de uso del suelo por diversas causas, como agricultura, ganadería extensiva, incendios forestales frecuentes, desarrollo de infraestructura, avance de la mancha urbana y la sobreexplotación son factores que la impactan negativamente y, por ende, con mayor intensidad a las especies endémicas.

Recomendaciones

Fomentar la elaboración de inventarios florísticos para Jalisco poniendo énfasis en áreas poco exploradas. Esto permitiría conocer mejor la magnitud de la diversidad vegetal del estado y tomar decisiones más acertadas en las estrategias de conservación de los recursos naturales de la entidad, y así facilitar la actualización y análisis sobre el endemismo de la flora y, en consecuencia, detectar las especies y sitios que se encuentran en riesgo.

Fundamentar la inclusión de numerosas especies endémicas de Jalisco en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y documentar el estado de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

conservación de las endémicas ya incluidas en las áreas naturales protegidas de la entidad.

Promover la conservación *ex situ* mediante la creación o el fortalecimiento de jardines botánicos y bancos de germoplasma vegetal como estrategias complementarias a la conservación *in situ*.

Referencias

González, R. y X.M. Cuevas. 2006. Algunas Habenarias del occidente de México, confundidas con *Habenaria filifera*. S. Watson (Orchidaceae). *Ibugana* 14(1-2):23-49.

González, R., L. Hernández y M.E. Ramírez. 2007. Algunas novedades del género *Malaxis* (Orchidaceae) en el Occidente de México. *Ibugana* 15(1-2):35-64.

Guzmán, M.R. 1985. Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán, Jalisco. Estudio descriptivo. *Tiempos de Ciencia* 1: 10-26.

Guzmán, M.R. y H.H. Iltis. 1991. Biosphere reserve established in Mexico to protect rare maize relative. *Diversity* 7:82-84.

Hernández-López, L. 1995. *The endemic flora of Jalisco, Mexico, centres of endemism and implications for conservation*. Tesis de maestría. University of Wisconsin-Madison.

—. 1999. Las especies endémicas de plantas en el estado de Jalisco, su distribución y conservación. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Bases de datos snib-CONABIO proyecto No. J021. México.

Hernández- López, L., R. Cuevas G. y E. Martínez. 2001. Representatividad del endemismo florístico en las áreas protegidas de Jalisco, México. Memorias del XV Congreso Mexicano de Botánica. Querétaro, Qro. 15-19 de octubre de 2001.

Iltis, H.H., J.F. Doebley, R. Guzmán M. y B. Pazy. 1979. *Zea diploperennis* (Gramineae). A new teosinte from Mexico. *Science* 203:186-188.

INE y SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, México.

Jardel, P.E.J. (coord.) 1992. Estrategia para la conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Laboratorio natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. El Grullo, Jalisco.

McVaugh, R. 1952. The barranca of Guadalajara and its place in botanical literature. *Asa Gray Bulletin* 1(4):385-390.

—. 1972. Botanical exploration in Nueva Galicia, Mexico, from 1790 to the present time. *Contributions University of Michigan Herbarium* 9 (3):205-357.

Meiners, M. y L. Hernández. 2007. Únicamente en México. especies endémicas y las plantas de Jalisco. *Biodiversitas* 71: 10-15.

Mittermeier, R., P. Robles Gil y C. Goetsch-Mittermeier. 1997. *Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo*. CEMEX/Agrupación Sierra Madre, México.

Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, *et al.* 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas-Guzmán, G. Ibarra-Manríquez y S. Moreno-Gómez. 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 271-295.

Ramírez, D.R., O. Vargas, H.J. Arreola, *et al.* 2010. Catálogo de plantas vasculares de Jalisco. Universidad de Guadalajara, Sociedad Botánica de México, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

Reynoso-Dueñas, J.J. 2004. *Florística y fitogeografía de la flora arbórea del bosque mesófilo de montaña en San Sebastián del Oeste, Jalisco México*. Tesis de maestría en Ciencias Biológicas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

Reynoso-Dueñas, J.J., L. Hernández-López, R. Ramírez-Delgadillo, *et al.* 2006. Catálogo preliminar de la flora vascular y micobiota del municipio de San Sebastián del Oeste, Jalisco, México. *Ibugana* 14:51-91.

Rzedowski, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15:47-64.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Vázquez, A. y R. Cuevas. 1989. Una nueva especie de *Populus* (Salicaceae) de la Sierra de Manantlán, Jalisco México. *Acta Botánica Mexicana* 8:39-45.

Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28(3): 160-167.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los jardines botánicos y herbarios

José Aquileo Lomelí Sención

Introducción

Un jardín botánico es una institución que alberga una colección de plantas vivas; contiene información de campo necesaria para realizar estudios profundos sobre diversas especies vegetales que conforman las colecciones, y acerca de las cuales se efectúan actividades de educación, investigación, conservación y recreación. Dada la amenaza de extinción de numerosas especies vegetales, los jardines botánicos son indispensables para educar y crear conciencia sobre la importancia de las plantas para que la vida animal subsista en el planeta, en especial para preservar a la humanidad, y para promover la conservación de las plantas en su ambiente natural y en los jardines botánicos.

En Jalisco se han establecido cinco jardines botánicos. Los dos primeros, el Jardín Botánico Antiguo y el Jardín Botánico Moderno, fueron fundados en Guadalajara durante el siglo XIX y desaparecieron en esa misma centuria (Lomelí 1988, Lomelí y León 1995b). El Jardín Botánico Antiguo fue fundado en 1825 y estuvo ubicado frente al Hospital Civil Viejo (Olveda *et al.* 1982). El Jardín Botánico Moderno estuvo ubicado en terrenos del exconvento de Santa María de Gracia (Bárcena 1954), al lado norte del Teatro Degollado; este jardín fue fundado en 1868 mediante la propuesta de Andrés Terán, quien nombró una comisión a cargo de los doctores Leonardo Oliva, Ignacio Torres y Lázaro Pérez para diseñarlo, y en 1872 fue entregado a Mariano Bárcena para su manejo (Bárcena 1954); este naturalista jalisciense dirigió y promovió el Jardín Botánico Moderno por lo menos hasta 1889 (Bárcena 1890, Lomelí 1988). Tanto el Jardín Botánico Antiguo como el Jardín Botánico Moderno estuvieron estrechamente vinculados con la Escuela de Medicina, de tal forma que las plantas en ellos cultivadas se utilizaban para estudiar sus propiedades medicinales y farmacológicas, así como para enseñar la botánica (Bárcena 1890, Bárcena 1954, Lomelí 1988, Lomelí y León 1995b). Dos jardines botánicos posteriores, el Jardín Botánico de la Universidad de Guadalajara y el Jardín Botánico Jorge Víctor Eller T., de la Universidad Autónoma de Guadalajara, fueron fundados durante la segunda mitad del siglo XX en el municipio Zapopan. Por sus aportaciones a la ciencia y a la educación de los mexicanos de la región occidente de México, estos jardines botánicos han sido los más importantes hasta el presente. Finalmente, en el 2005 se abrieron al público los Jardines Botánicos de Vallarta, que están enclavados en un sitio con vegetación natural en el municipio Cabo Corrientes.

Las actividades de los jardines botánicos contemporáneos están relacionadas con la enseñanza de la botánica en los diferentes niveles educativos, así como con la investigación y la conservación de la biodiversidad vegetal.

La Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos (BGCI por sus siglas en inglés) registró cuatro jardines botánicos en Jalisco (BGCI 2015); sin embargo, entre estos sólo hay información precisa de los Jardines Botánicos de Vallarta y del jardín botánico Jorge Víctor Eller T. de la Universidad Autónoma de Guadalajara, por lo que se describen en este trabajo. El tercero, el jardín botánico de Chamela, no existe como tal, más bien es una estación de biología que forma

Lomelí-Sención, J.A. 2017. Los jardines botánicos y herbarios. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II*. CONABIO. México, pp. 197-202.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

parte de la reserva Chamela-Cuixmala a cargo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Del cuarto, el Jardín Botánico Tropical y Arboretum Majahua, referido como presente en Jalisco, no hay información fidedigna para afirmar si en realidad existe, ni lugar donde se encuentra y, por tanto, se omite en este estudio.

Un herbario es una colección de plantas desecadas, catalogadas y arregladas para su consulta, así como para desarrollar investigación científica (Díaz y Villarreal 1975). En el *Index Herbariorum*, publicación en la cual se registran y catalogan los principales herbarios del mundo, para Jalisco se registran cinco herbarios (Thiers c.u.).

A continuación se describe un resumen de los jardines botánicos y herbarios jaliscienses que existen en la actualidad.

Jardín Botánico del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara

Inició, de manera informal, en 1960 como una colección de plantas vivas con el fin de apoyar la cátedra Botánica en la Facultad de Agronomía (Lomelí y León 1995b). En 1986, ya fortalecida, dicha colección se reorganizó para conformar lo que es el actual jardín botánico. Entre las plantas cultivadas en este centro de investigación se encuentran miembros de las familias de las cactáceas, orquidáceas, bromeliáceas, leguminosas, pináceas y solanáceas. Durante las últimas décadas, algunas de las especies cultivadas fueron dadas a conocer como nuevas para la ciencia; entre éstas se encuentran la leguminosa *Bauhinia ramirezii* (Reynoso 1992), el álamo *Populus guzmanantlensis* (Vázquez y Cuevas 1989) y el maíz silvestre *Zea diploperennis* (Iltis *et al.* 1979). Este jardín está ubicado junto al Instituto de Botánica en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) en Las Agujas, Nextipac, municipio Zapopan (Lomelí y León 1995b).

Jardín Botánico Jorge Víctor Eller T. de la Universidad Autónoma de Guadalajara

Fue fundado en noviembre de 1968 (Díaz y Villarreal 1975) por iniciativa del cactólogo estadounidense Jorge Víctor Eller Townsend, a quien se le dedicó el 27 de mayo de 1985 (Lomelí y León 1995a, Lomelí y León 1995b). Este jardín botánico depende de la escuela de biología, a la cual sirve de apoyo para enseñar diferentes cátedras, como botánica, ecología e ilustración científica; de la misma manera es útil para las escuelas de agronomía y diseño gráfico, para las preparatorias y secundarias de la misma universidad, así como para otras instituciones de educación en Jalisco y de distintos estados de la república mexicana que lo visitan.

Entre las familias botánicas mejor representadas se encuentran las cactáceas, las agaváceas, las bromeliáceas, las crasuláceas y las euforbiáceas. La colección contiene alrededor de 700 especies, entre las que se cultivan algunas que se dieron a conocer como nuevas para la ciencia; por ejemplo, la palmilla de Oaxaca (*Dioon califanoi*) (De Luca y Sabato 1979), la candelilla (*Pedilanthus diazlunanus*) (Lomelí y Sahagún 1993) y la cola de burro (*Sedum chazaroi*) (Carrillo y Lomelí 2008), estas dos últimas provienen del municipio Tolimán, Jalisco. Otras especies descubiertas y estudiadas por investigadores de este jardín botánico son el maguey de la sierra de Manantlán (*Agave vazquezgarciae*) (Cházaro *et al.* 2006) y el árbol de chicle de Michoacán (*Cnidoscolus monicanus*) (Lomelí *et al.* 2009). Otros estudios relevantes realizados en este centro de investigación incluyen el redescubrimiento de especies de candelilla que están amenazadas de extinción en la región de Coalcomán, Michoacán (Lomelí y Sahagún 2003) y Pluma Hidalgo, Oaxaca (Olson *et al.* 2005). Este jardín botánico consta de tres hectáreas y está ubicado en la Ciudad Universitaria Autónoma, Avenida Patria 1 201 esquina con Pablo Neruda, Zapopan, Jalisco (Lomelí y León 1995b).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Jardines Botánicos de Vallarta

Fueron fundados por el estadounidense Robert Benjamin Price y abiertos al público en 2005, están constituidos como asociación civil sin fines de lucro, y sus objetivos son la educación y la conservación de la naturaleza. Se ubican en un sitio con vegetación natural de bosque tropical subcaducifolio a 415 msnm. Sus principales colecciones comprenden plantas acuáticas, orquídeas nativas de México, bromeliáceas, cactáceas y otras plantas suculentas; palmeras, cafetales, cacaotales, encinares y diversas especies del bosque tropical subcaducifolio. Para apreciar la vegetación natural de estos jardines se han implementado senderos interpretativos a través del bosque, que incluyen uno de los márgenes del río Horcones, lo que resalta la belleza silvestre del lugar y proporciona sitios en los que pueden nadar los visitantes.

En los Jardines Botánicos de Vallarta se ofrecen diversos servicios que hacen más cómoda la estancia de los visitantes. Cuentan con un restaurante atractivo y cómodo, desde donde se disfruta de la vista panorámica de la vegetación y del paisaje circundante; este restaurante y otros espacios se rentan para eventos sociales. También hay una tienda de artesanías, venta de plantas al público, internet inalámbrico, biblioteca con libros especializados y una colección de mariposas; además, se ofrecen visitas guiadas en español, en inglés o en ambos idiomas. Otras facilidades educativas de este centro de investigación incluyen un pequeño museo de historia natural y una colección de insectos. Estos jardines se diseñaron especialmente para los amantes de la naturaleza y para quienes gustan de observar aves; por tanto, son como santuarios para la conservación (Anónimo s/f).

Los Jardines Botánicos de Vallarta constan de ocho hectáreas y están ubicados al margen del río Horcones, kilómetro 24 de la carretera Puerto Vallarta a Barra de Navidad, cerca de Las Juntas y Los Veranos, municipio Cabo Corrientes. El autobús hacia Puerto Vallarta o El Tuito pasa cada media hora y tarda alrededor de 30 minutos en llegar (Vallarta Botanical Gardens s/f).

Herbario de la Universidad de Guadalajara

Está registrado en el *Index Herbariorum* con las siglas IBUG (Thiers c.u.). Fue fundado en 1960 por Luz María Villarreal de Puga (Cházaro *et al.* 1995). Quince años después, la colección de este herbario ascendía a 25 mil ejemplares (Díaz y Villarreal 1975). Hasta el 2015 alberga 210 mil muestras científicas de plantas, cantidad que lo ubica como el más importante en la entidad y del occidente de México. Este herbario tiene un numeroso equipo de investigadores especialistas en diferentes grupos de plantas; además, tiene como proyecto publicar la *Flora de Jalisco*, de la cual se han impreso al menos el tratamiento de las familias Cecropiaceae (Carvajal y González 2005), Bataceae (Rendón y Delgadillo 2008), Malvaceae (Cervantes 1992), Ericaceae (González 1990), Clethraceae (González 1996a), Cornaceae (González 1996b), entre otras. Adicionalmente publica la revista Ibugana (antes boletín del Instituto de Botánica), en la cual se difunden los avances del conocimiento de la botánica en el estado, que incluyen la descripción de numerosas especies vegetales nuevas para la ciencia.

Herbario de la Universidad Autónoma de Guadalajara

Fue iniciado en 1966 por Carlos Luis Díaz Luna (Lomelí 1992, Cházaro 1995). En 1975 su colección constaba de 7 400 especímenes (Díaz y Villarreal 1975). En 1992 a este centro de investigación se le dio el nombre de Herbario Carlos Luis Díaz Luna en honor a su fundador (Lomelí 1992, Cházaro 1995). En 2015 este herbario contenía alrededor de 45 mil muestras científicas y es reconocido en el mundo con las siglas GUADA (Thiers c.u.). Las colecciones de este herbario han sido utilizadas para diversas publicaciones, entre las que sobresalen los diferentes volúmenes de *Flora Novo Galiciana*, publicados por Rogers McVaugh (Lomelí 1992).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Herbario de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

Fue fundado en 1985 a raíz de que se descubrió una especie de maíz silvestre (*Zea diploperennis*) en la región Manantlán, la cual se ubica entre El Grullo y Autlán (Vázquez *et al.* 1995). En 1987, este hallazgo condujo a determinar a dicha zona como área natural protegida bajo la categoría de reserva de la biosfera (Vázquez *et al.* 1995). Contiene cerca de 16 mil especímenes que provienen de la costa sur de Jalisco y Colima, está registrado en el *Index Herbariorum* con las siglas ZEA (Thiers c.u.) y pertenece al Departamento de Ecología y Recursos Naturales del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara, ubicado en Autlán de Navarro, Jalisco. Luis Hernández Guzmán (comunicación personal), responsable de este herbario, informa que en él hay 33 ejemplares tipo de especies nuevas para la ciencia descubiertas en la reserva de la biosfera.

Desde la creación de esta reserva ha habido investigadores en ella, lo cual ha dado como resultado que su flora sea una de las más conocidas del estado. Las colectas sistemáticas para el proyecto *Flora de Manantlán* se iniciaron en 1985, con cuya base culminó la primera de tres etapas, 10 años después, con la publicación de la *Flora de Manantlán*, en la cual se registran 2 774 especies de plantas vasculares (Vázquez *et al.* 1995).

Herbario del Instituto Tecnológico de Tlajomulco

Este herbario está registrado en el Index Herbariorum con las siglas CREG (Thiers c.u.) y, durante la década de 1980, fue promovido por Servando Carvajal. Tuvo su inicio en el Centro de Educación Técnica Industrial, el cual se ubica en la colonia Providencia, al oeste de Guadalajara; sin embargo, debido a la realización de estudios de postgrado en el extranjero, Servando Carvajal dejó el herbario, por lo que permaneció abandonado hasta 1997, año en que la colección fue donada al Instituto Tecnológico de Tlajomulco, en el cual permanece hasta el presente. El Instituto Tecnológico se ubica en el kilómetro 10 de la carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán, municipio Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. En esta institución, Servando Carvajal regresó a la dirección del herbario, en donde permaneció hasta el año 2000. En 2001 le sucedió Irma Guadalupe López Muraira quien continúa en el cargo. La colección consta de 15 622 ejemplares que, en su mayoría, provienen del occidente de México, e incluye malezas y plantas útiles.

Herbario de la Escuela Normal Superior de Jalisco

Está registrado en el *Index Herbariorum* con las siglas ENSJ, depende del Departamento de Ciencias Naturales de la Escuela Normal Superior de Jalisco, que está ubicado en la ciudad de Guadalajara. Consta de 5 mil ejemplares, principalmente de plantas de la familia de las leguminosas, los cuales se utilizan para la academia.

Conclusión y recomendaciones

En Jalisco han existido cinco jardines botánicos. El Jardín Botánico Antiguo y el Jardín Botánico Moderno fueron creados y desaparecidos durante el siglo XIX en Guadalajara. El Jardín Botánico de la Universidad de Guadalajara y el Jardín Botánico Jorge Víctor Eller T. de la Universidad Autónoma de Guadalajara fueron fundados en el siglo XX y persisten hasta el presente en Zapopan; estos últimos han hecho las aportaciones más importantes al conocimiento de la botánica en Jalisco. Por último los Jardines Botánicos de Vallarta fueron establecidos en 2005 en un sitio con vegetación natural en el municipio Cabo Corrientes.

Por otra parte, en Jalisco ha habido cinco herbarios, todos fundados durante el siglo XX. El herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG) alberga el mayor número de especímenes y es el más importante por sus contribuciones al conocimiento de la

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

botánica; se ubica en el municipio Zapopan. El herbario GUADA de la Universidad Autónoma de Guadalajara es el segundo, tanto por fecha de fundación como por sus aportaciones a la ciencia; se ubica en el municipio Zapopan. El herbario ZEA preserva especialmente ejemplares de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán y sus estudios e investigaciones versan acerca de la flora y vegetación regional, y es tan importante como los dos herbarios anteriores; se localiza en el Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, en Autlán. Los herbarios CREG y ENSJ fueron creados con propósitos de enseñanza; por tanto, sus ejemplares han sido poco utilizados en investigación; el primero se localiza en Tlajomulco y el segundo en Guadalajara.

Los jardines botánicos y herbarios presentes en Jalisco, en su mayoría, pertenecen a instituciones públicas de educación, con excepción del Jardín Botánico Jorge Víctor Eller T., el herbario GUADA de la Universidad Autónoma de Guadalajara y los Jardines Botánicos de Vallarta, que son de carácter privado. De la índole que sea, la creación, mantenimiento e investigación en los jardines botánicos representan inversiones y costos elevados que muchas instituciones no están dispuestas a pagar, lo cual conlleva a mantener al mínimo a dichos centros de investigación, con el consiguiente rezago en la educación local y en el conocimiento de la flora regional. Es muy probable que éstas hayan sido las causas por las cuales desaparecieron el Jardín Botánico Antiguo y el Jardín Botánico Moderno del siglo XIX en Guadalajara. También es posible que el Jardín Botánico Tropical y Arboretum Majahua, mencionado en párrafos anteriores, haya sido un proyecto que no se llevó a cabo por las mismas razones.

La situación en que se encuentran los herbarios es similar a la de los jardines botánicos, pues requieren edificios adecuados, muebles, material y personal especializado para dar mantenimiento a las colecciones científicas, que no reditúan beneficios económicos. La mayoría de los jardines botánicos y herbarios que existen hasta el presente pertenecen a instituciones de educación superior, sobre todo públicas. Por eso, se insta a las autoridades gubernamentales federales, estatales, y a las de educación, a apoyar y promover los jardines botánicos y herbarios ya establecidos en favor del conocimiento y uso sustentable de los recursos vegetales de Jalisco.

Referencias

Anónimo. s/f. Jardines Botánicos de Vallarta A. C. Folleto informativo. Jardines Botánicos de Vallarta A. C.

Bárcena, M. 1890. El jardín botánico y de aclimatación de Guadalajara. *La Naturaleza* 2(1):433-442.

Bárcena, M. 1954. *Descripción de Guadalajara en 1880.* 2ª. ed. Instituto Tecnológico, Universidad de Guadalajara.

BGCI. Botanic Gardens Conservation International. 2015. Garden Search. En: <*http://www.bgci.org/garden_search.php?action=Find&ftrCountry=MX&ftrKeyword=Jalisco&x=0&y=0*>, última consulta: 22 de octubre de 2015.

Carrillo R., P. y J.A. Lomelí S. 2008. *Sedum chazaroi* (Crassulaceae), an endemic new species from southern Jalisco, Mexico. *Boletín Sociedad Botánica de México* 83:77-80.

Carvajal, S. y L.M. González. 2005. *La familia Cecropiaceae en el estado de Jalisco, México.* Universidad de Guadalajara.

Cervantes, N. 1992. *La familia Malvaceae en el estado de Jalisco.* Colección Flora de Jalisco 3. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.

Cházaro, M., R. Acevedo, E. Lomelí, *et al.* 1995. Reseña de la exploración botánica en el estado de Jalisco (México). En: *Antología Botánica del estado de Jalisco. Universidad de Guadalajara*. M. Cházaro, E. Lomelí M., R. Acevedo R. y S.A. Ellerbracke R. (comp.).

Cházaro, M., O. Valencia, J.A. Lomelí y Y.L. Vargas. 2006. *Agave vazquezgarciae* (Agavaceae), a new species from Jalisco, Mexico. *Novon* 16(4):458-461.

De Luca, P. y S. Sabato. 1979. *Dioon califanoi* (Zamiaceae), a new species from Mexico. *Brittonia* 31(1): 170-173.

Díaz, C.L. y L.M. Villarreal. 1975. Los herbarios de México, su historia y estado actual. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 34:33-43.

Iltis, H.H., J.F. Doebley y R. Guzmán. 1979. *Zea diploperennis* (Gramineae): a new teosinte from Mexico. *Science* 203: 186-188.

González L.M. 1990. *Las Ericáceas de Jalisco, México.* Colección Flora de Jalisco s.n. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.

González, L.M. 1990a. *La familia Clethraceae en el estado de Jalisco, México.* Colección Flora de Jalisco 5. Centro Uni-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

versitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.

González, L.M. 1990b. *La familia Cornaceae en el estado de Jalisco, México*. Colección Flora de Jalisco 4. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.

Lomelí, J.A. 1988. *Historia y avances del Jardín Botánico Jorge Víctor Eller Townsend de la Universidad Autónoma de Guadalajara*. Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara.

—. 1992. Semblanza Carlos Luis Díaz Luna. *Acta Botánica Mexicana* 20:119.

Lomelí, J.A. y E. Sahagún. 1993. *Pedilanthus diazlunanus* (Euphorbiaceae), especie nueva del sur de Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana* 25:15-20.

—. 2002. Rediscovery of *Pedilanthus coalcomanensis* (Euphorbiaceae), a threatened endemic Mexican species. *American Journal of Botany* 89(9):1485-1490.

Lomelí, J.A. y R.A. León. 1995a. Jardín Botánico Jorge Víctor Eller T. *Amaranto (Asociación Mexicana de Jardines Botánicos)* 8(2):15-21.

—. 1995b. Historia de los jardines botánicos en Jalisco. *Amaranto (Asociación Mexicana de Jardines Botánicos)* 8(3):9-23.

Lomelí, J.A., E. Sahagún y V.W. Steinmann. 2009. *Cnidoscolus monicanus* (Euphorbiaceae), an endemic new species of laticiferous non-stinging spurge nettle from western Mexico. *Novon* 19:68-75.

Olson, M.E., J.A. Lomelí y N.I. Cacho. 2005. Extinction threat in the *Pedilanthus* clade (*Euphorbia*, Euphorbiaceae), with special reference to the recently rediscovered *E. conzattii* (*P. pulchellus*). *American Journal of Botany* 92(4):634-641.

Olveda, J., A. Dorantes, J.M. Muriá, *et al.* 1982. *Historia de Jalisco.* Gobierno del Estado de Jalisco. Tomo 3, Guadalajara, México.

Rendón, F.J. y R. Ramírez. 2008. Bataceae. En: *Flora de Jalisco y áreas colindantes*. Fascículo 23. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

Reynoso, J.J. 1992. Una nueva especie de *Bauhinia* (Leguminosae) del estado de Jalisco. *Acta Botánica Mexicana* 20:53-57

Thiers, B. [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. En: <*http://sweetgum.nybg.org/ih/*>, última consulta: 25 de marzo 2013.

Vallarta Botanical Garden. s/f. Vallarta Botanical Gardens, A.C. En: <*http://www.vbgardens.org/*>, última consulta: 5 de julio de 2013.

Vázquez, J.A. y R. Cuevas. 1989. Una nueva especie tropical de *Populus* (Salicaceae) de la sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana* 8:39-45.

Vázquez, J.A., R. Cuevas, T.S. Cochrane, *et al.* 1995. Flora de Manantlán. Plantas vasculares de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán Jalisco-Colima, México. *Sida, Botanical Miscellany* 13:2-312.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Fauna helmintológica de vertebrados silvestres

Gerardo Pérez Ponce de León, Luis García Prieto y Berenit Mendoza Garfias

Introducción

El parasitismo representa una de las formas de vida más exitosa sobre el planeta. Se ha estimado que al menos 50% de las especies de plantas y animales que habitan en la Tierra tienen esta forma de vida (Price 1980).

En un sentido amplio, los parásitos incluyen agentes de enfermedades que afectan no solamente a humanos, también a animales domésticos, a vegetales y a la fauna silvestre. De esta manera, los parásitos desempeñan una doble función en la naturaleza; por un lado, actúan como agentes reguladores de las poblaciones de hospederos, con lo que contribuyen al mantenimiento de la diversidad genética y de la estructura de las comunidades de vertebrados e invertebrados; por otro lado, representan una amenaza para la salud humana, la agricultura, los sistemas naturales, las prácticas de conservación y la economía global (Horowitz y Wilcox 2005, Brooks y Hoberg 2006).

Por eso es importante conocer la diversidad y distribución de las especies de patógenos (tanto de las ya conocidas como de las potenciales), pues permite valorar las denominadas enfermedades infecciosas emergentes (Brooks y Hoberg 2006). Los helmintos constituyen uno de los grupos de parásitos más importantes por su abundancia y por los efectos que causan en sus hospederos. Su aspecto es vermiforme (parecida a un gusano) y comprenden cuatro *phyla* (figura 1):

1. Platelmintos (gusanos planos), incluye a los monogéneos, digéneos y céstodos
2. Acantocéfalos (gusanos con cabeza espinosa)
3. Nemátodos (gusanos cilíndricos)
4. Hirudíneos (o sanguijuelas)

Diversidad

A escala nacional, las bases de datos de la Colección Nacional de Helmintos (CNHE) cuentan con 13 554 registros de helmintos parásitos, de los cuales 856 (6.3%) fueron obtenidos de vertebrados silvestres en Jalisco, lo que posiciona a la entidad como una de las cinco entidades más estudiadas de la república mexicana para este grupo. El estudio de la fauna helmintológica mexicana comenzó en 1929, pero en la entidad los primeros registros se presentaron en el año 1940 (Manter 1940).

Estos registros incluyen 282 taxones, de los cuales 223 están identificados a nivel específico, perteneciendo a 225 géneros y 106 familias de helmintos (apéndice 20), y fueron elaborados a través del estudio de 161 taxones de hospederos (149 especies nominales, véase apéndice 21), en 80 localidades de la entidad, considerando ambientes marinos, lagunas costeras, cuerpos de agua continentales (lagos, ríos, presas) y ambientes terrestres.

La relación entre parásito y hospederos (apéndice 22) indica que de los 282 taxa de helmintos registrados hasta ahora, 119 especies corresponden al grupo de los digéneos, siguiendo en orden de importancia los nemátodos y monogéneos con 67 y 59 especies, respectivamente (figura 2).

Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto y B. Mendoza-Garfias. 2017. Fauna helmintológica de vertebrados silvestres. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 203-208.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Algunas especies de helmintos registradas en Jalisco, a) *Ichthyotrema vogelsangi* (digéneo), b) *Benedenia isabellae* (monogéneo), c) *Proteocephalus chamelensis* (céstodo), d) *Koronacantha mexicana* (acantocéfalo), e) *Megachona chamelensis* (nemátodo) y f) *Haementeria lopezi* (hirudineo). Fotos: Berenit Mendoza Garfias.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Esto no necesariamente refleja un patrón de diversidad definido, más bien representa un sesgo metodológico respecto a dos factores: 1) el muestreo de hospederos, en el que predominan los que exhiben la mayor riqueza específica de ciertos grupos de helmintos, como los digéneos en peces marinos; y 2) el interés por parte de los investigadores por estudiar grupos particulares de helmintos, tales como digéneos y nemátodos. En el apéndice 23 se puede observar la relación de especies de hospederos con sus respectivas especies de parásitos y la referencia particular de cada registro.

Un aspecto importante de la fauna helmintológica de vertebrados silvestres de Jalisco es el número de especies nuevas que se han descrito, pues 48 de los 282 taxones de helmintos que conforman el listado fueron descritos por primera vez en vertebrados del estado, la mayoría de ellos, como parásitos de peces marinos y estuarinos, hospederos que han sido más estudiados desde el punto de vista helmintológico.

Distribución

En lo que se refiere a las localidades de muestreo dentro de Jalisco, los estudios helmintológicos comprenden 80 localidades (figura 3).

Es evidente que los muestreos no han sido homogéneos en el estado, ya que existen amplias zonas en donde los vertebrados no han sido muestreados en busca de parásitos. Existe una mayoría de trabajos que se han llevado a cabo en ecosistemas acuáticos, ya sean marinos, estuarinos o dulceacuícolas; por otra parte, muchos de los muestreos se han realizado alrededor de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, misma que representa una región de enorme importancia biológica.

Importancia ecológica, económica y cultural

Algunas de las especies de helmintos que se han registrado como parásitos de vertebrados en el estado poseen importancia desde un punto de vista económico o bien, de salud pública.

En el aspecto económico, Pérez-Ponce de León *et al.* (1996) señalaron las nueve especies más importantes como parásitos de peces de aguas continentales en México debido a su efecto real o potencial sobre las pesquerías, en combinación con su amplia distribución geográfica o su amplio intervalo hospedatorio, dentro del territorio nacional. De las nueve especies referidas en dicho trabajo, en Jalisco se encuentran dos: el

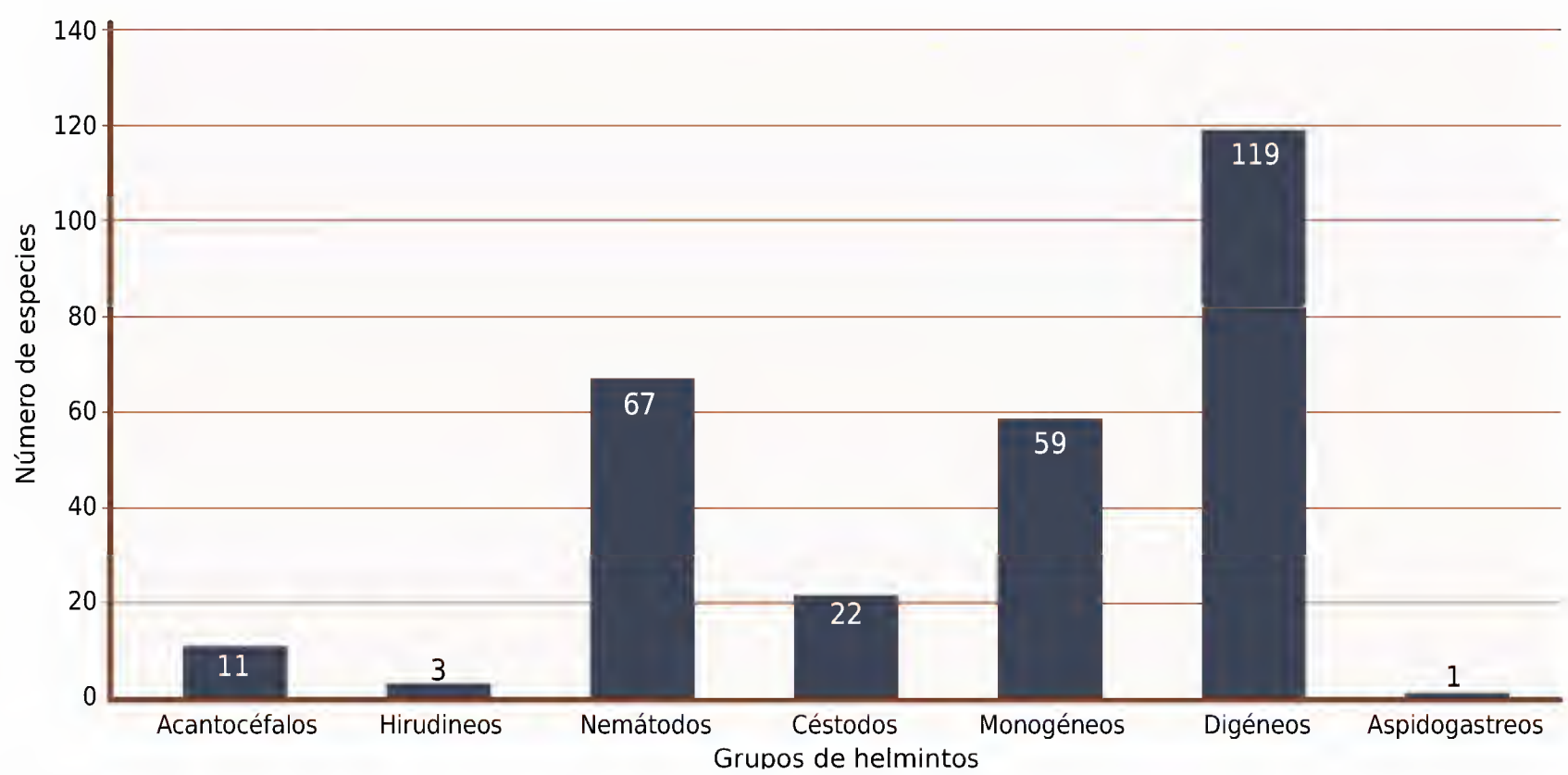
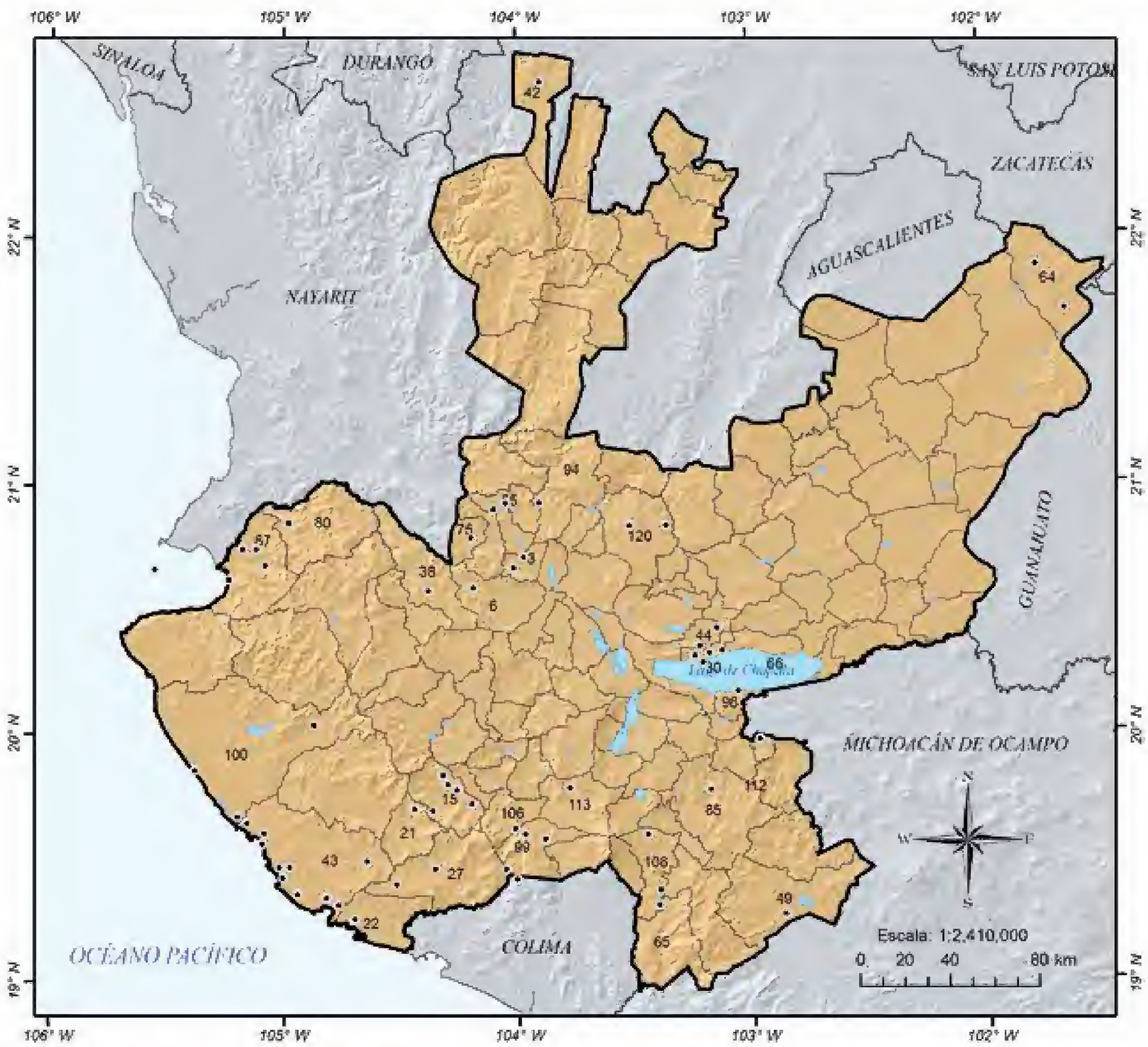


Figura 2. Representatividad (por grupo) de helmintos parásitos de vertebrados silvestres. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



SIMBOLOGÍA

Rasgos diversos

- Límite estatal
- Límite estados vecinos
- Límite municipal
- Muestreos
- Cuerpo de agua

Municipios

3 Ahualulco de Mercado
6 Ameca
15 Autlán de Navarro
21 Casimiro Castillo
22 Cihuatlán
27 Cuautitlán de García Barragán
30 Chapala
38 Guachinango
42 Huejuquilla el Alto
43 La Huerta
44 Ixtlahuacán de los Membrillos
49 Jilotlán de los Dolores
55 Magdalena
64 Ojuelos de Jalisco
65 Pihuamo
66 Poncitlán
87 Puerto Vallarta
75 San Marcos
80 San Sebastián del Oeste
85 Tamazula de Gordiano
94 Tequila
96 Tizapán el Alto
99 Tolimán
100 Tomatlán
106 Tuxcacuesco
108 Tuxpan
112 Valle de Juárez
113 San Gabriel
120 Zapopan

Figura 3. Localidades donde al menos un vertebrado ha sido muestreado en busca de helmintos parásitos. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

digéneo *Centrocestus formosanus* y el nemátodo *Contracaecum* sp. Según los autores antes mencionados, estas especies de helmintos, que parasitan en estado larvario a los peces, pueden causar daños a los mismos y, por ende, problemas para las pesquerías o bien, en aquellas especies que se encuentran sujetas a actividades acuaculturales. El impacto de estas helmintiasis no ha sido evaluado en México; sin embargo, es necesario señalar que puedan representar un problema económico potencial.

Algunos de los helmintos registrados en vertebrados silvestres del estado tienen potencial zoonótico; es decir, son enfermedades que podrían transmitirse de vertebrados hacia los seres humanos. Por ejemplo, el nemátodo *Gnathostoma turgidum*, que en etapa adulta parasita al marsupial *Didelphis virginiana* (Pérez-Álvarez *et al.* 2008), podría ser parásito del humano cuando éste ingiere carne de pescado cruda o mal cocida, donde su larva se ha encontrado. Esta es una enfermedad zoonótica emergente en México asociada al consumo de carne cruda de peces dulceacuícolas o salobres. Los peces y, en algunos casos, ciertos hospederos paraténicos albergan a la larva infectiva (L_3) del nemátodo y son sus transmisores (Lamothe-Argumedo 1997). Pérez-Ponce de León *et al.* (1999) revelaron la presencia de larvas de anisákidos (géneros *Anisakis, Hysterothylacium, Contracaecum, Terranova* y *Pseudoterranova*) que también constituyen un potencial problema de salud pública; en este caso las larvas infectivas (L_3) se encuentran en la musculatura de peces marinos, ya que su hospedero habitual es un ave ictiófaga o un mamífero marino. El ser humano también puede infectarse al consumir carne de pescado cruda o mal cocida, así como desarrollar la enfermedad conocida como anisaquiosis. Hasta la fecha, en México no se ha registrado ningún caso de esta enfermedad.

Situación y oportunidades de conservación

De la fauna de vertebrados silvestres que habita dentro de los límites de Jalisco (incluso al ambiente marino), 161 taxa han sido estudiadas desde el punto de vista helmintológico, en su mayoría, en trabajos aislados y discontinuos en los que no se representa su fauna helmintológica completa, salvo en el trabajo acerca de los helmintos de peces marinos y estuarinos de la bahía de Chamela, Jalisco (Pérez-Ponce de León *et al.* 1999). Por lo mismo, para el estado, entre los vertebrados, el grupo que ha recibido más atención es el de los peces, pues 127 de los 161 hospederos analizados pertenecen a este grupo; en orden de importancia le siguen los mamíferos y los anfibios con 11 especies, respectivamente (figura 4).

A pesar del escaso número de vertebrados analizados en busca de helmintos en la entidad, de 1 761 vertebrados que habitan dentro de los límites del estado, desde el punto de vista helmintológico sólo se han estudiado 161, lo que representa 9.25%. A pesar de ello, es evidente la enorme riqueza que estos parásitos exhiben, pues cada vertebrado alberga, en promedio, 3.7 especies de helmintos. De hecho, la lista hospedero-parásito (apéndice 23) permite constatar la heterogeneidad de la riqueza específica de los helmintos que parasitan a vertebrados, pues existen algunos con una sola especie y otros que albergan hasta 20 (en la curvina *Umbrina xanti* de la bahía de Chamela), lo cual refleja un esfuerzo de muestreo desigual. Si cada especie de vertebrado fuera estudiada sistemáticamente, con tamaños de muestra que garanticen la obtención de todos los helmintos, en todos los hábitats posibles, ese promedio seguramente se elevaría considerablemente.

Conclusión y recomendaciones

Los helmintos representan un componente de la biota que tiene una enorme importancia, no solo por las enfermedades que estos pueden producir directamente en la especie humana, en los animales domesticados o bien, en la fauna silvestre, sino por la enorme diversidad de especies que existen y que, en conjunto con otros organismos, forman parte de la biodiversidad de una región. Es evidente que, a pesar del esfuerzo que se ha hecho para inventariar los helmintos que parasitan a los

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

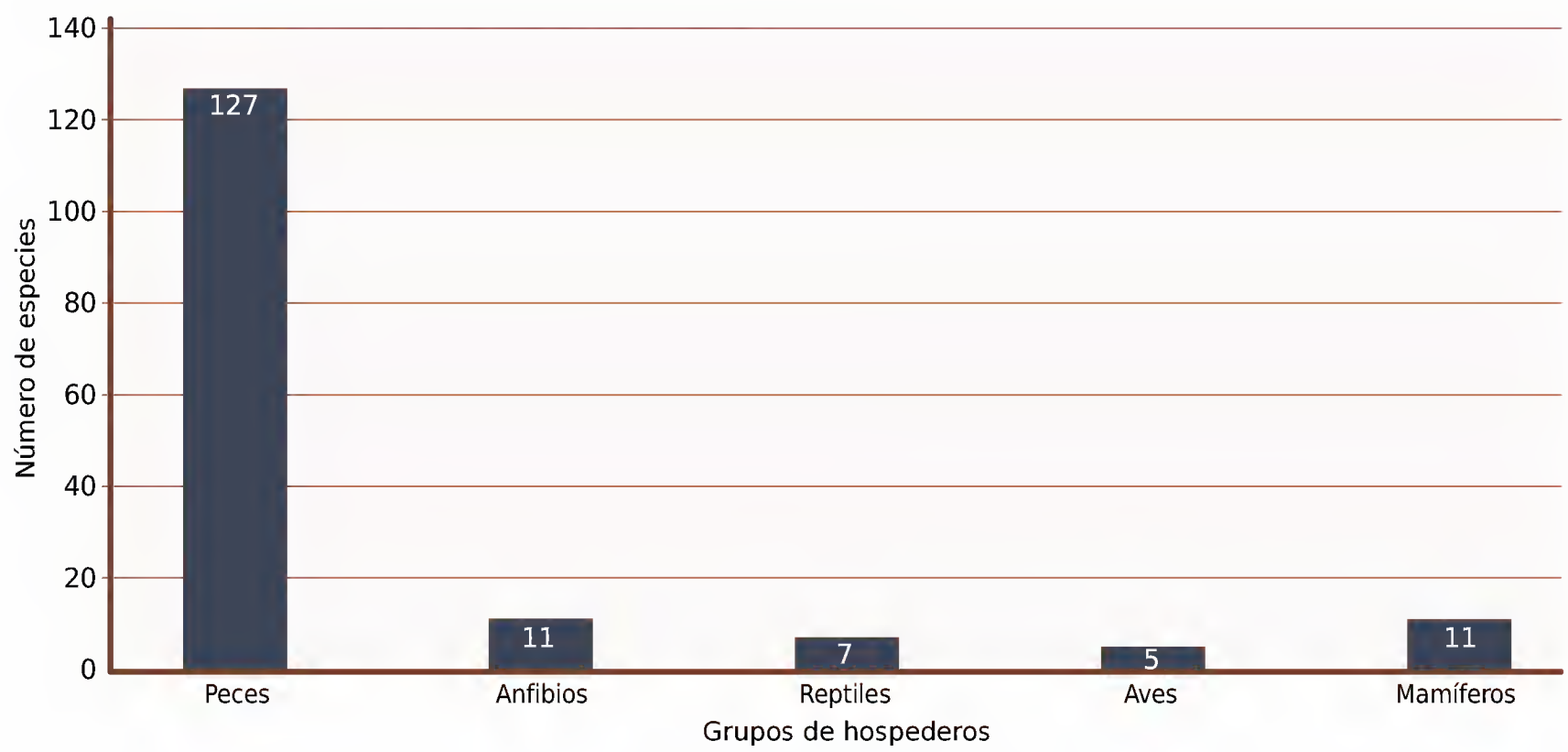


Figura 4. Representatividad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres (por grupo de hospederos estudiados). Fuente: elaboración propia.

vertebrados silvestres de Jalisco, aún falta mucho camino por recorrer, pues hay muchas especies de vertebrados que no han sido estudiados desde el punto de vista parasitológico, lo que representa un área de investigación fértil. Estudios como el presente complementan la información que se está generando para describir la biodiversidad de especies en diferentes estados de la república mexicana y que, en conjunto, permitirán tener mejores estimados de la riqueza biológica con que cuenta México.

Agradecimientos

Los autores de este capítulo deseamos agradecer al Dr. José Luis Navarrete Heredia, investigador del Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara, por su invitación para participar en el libro *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado*.

Referencias

Brooks, D.R. y E.P. Hoberg. 2006. Systematics and emerging infectious diseases: from management to solution. *Journal of Parasitology* 92:426-429.

Horowitz, P. y B.A. Wilcox. 2005. Parasites, ecosystems and sustainability: an ecological and complex systems perspective. *International Journal of Parasitology* 35:725-732.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1990. Límite de los estados vecinos.

—. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. Conjunto de datos vectoriales y toponímicos de las cartas topográficas 1:250 000.

IIT. Instituto de Información Territorial. 2012. Archivos vectoriales del límite estatal y municipal. Mapa general del estado de Jalisco 2012. En: <*http://iit.app.jalisco.gob.mx/sitios/jalisco/*>, última consulta: 29 de marzo de 2013.

Lamothe-Argumedo, R. 1997. Hospederos definitivos, intermediarios y paraténicos de *Gnathostoma* en Veracruz y Oaxaca, México. *Cuadernos Mexicanos de Zoología* 3: 22–28.

Manter, H.W. 1940. Digenetic trematodes of fishes from the Galapagos Islands and the neighboring Pacific. *Allan Hancock Pacific Expedition* 2: 325-497.

Pérez-Álvarez, Y., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, *et al.* 2008. Present distribution of the genus *Gnathostoma* (Nematoda: Gnathostomatidae) in Mexico. *Zootaxa* 1930: 39-55.

Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia y V. León-Règagnon. 1996. VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México. *Listados faunísticos de México* 6:7-100.

Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, B. Mendoza-Garfias, *et al.* 1999. IX. Biodiversidad de helmintos parásitos de peces marinos y estuarinos de la bahía de Chamela, Jalisco. *Listados faunísticos de México* 9:1-53.

Price, P.W. 1980. *Evolutionary Biology of Parasites.* Princeton University Press. Nueva Jersey.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Lombrices de tierra (Annelida, Oligoqueta)

Juana América Loza Llamas

Descripción

Las lombrices de tierra u oligoquetos (figura 1) pertenecen al *phylum* de los anélidos que proviene de Annelida, del latín *annellum*, que significa anillo, y del griego *annulatus* que quiere decir anillados. En este grupo también se encuentran los gusanos marinos (poliquetos) y las sanguijuelas (hirudineos) (Lavelle y Spain 2001). Las lombrices de tierra son animales invertebrados de aspecto vermiforme; es decir, en forma de gusano, y su cuerpo está segmentado en anillos (Brusca y Brusca 2005).

Figura 1. Lombrices de tierra. Foto: Miguel Magaña.

Diversidad

Hasta el momento se han descrito alrededor de 16 500 especies de anélidos, de las cuales 6 mil pertenecen a oligoquetos (Brusca y Brusca 2005). En México, los estudios taxonómicos dieron inicio alrededor de 1900 y se intensificaron durante la segunda mitad del siglo xx. Los resultados indicaron que en el país existen 93 especies descritas (46 nativas y 47 exóticas) y están en

Cuadro 1. Especies de oligoquetos (clase: Clitellata, orden: Haplotaxida).

Familia	Nombre científico	Autoridad	Nativas (N) exóticas (E)	Vegetación
Acanthodrilidae	*Dichogaster jaliscensis*	Fragoso 1997	N	Bosque de encinos
Glossoscolecidae	*Pontoscolex corethrurus*	Müller 1856	E	Acahuales y pastizales
Megascolecidae	*Amynthas gracilis*	Kinberg 1867	E	Platanares y maizales
Megascolecidae	*Amynthas morrisi*	Beddard 1892	E	Viveros
Megascolecidae	*Pithemera bicincta*	Perrier 1875	E	Viveros
Ocnerodrilidae	*Phoenicodrilus taste*	Eisen 1895	N	Bosque pino-encino

Fuente: Fragoso 2001.

Loza Llamas, J.A. 2017. Lombrices de tierra (Annelida, Oligoqueta). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 209-211.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

proceso de descripción 36 especies, lo que suma un total de 129 (Fragoso 2001). En Jalisco se han encontrado seis especies (dos nativas y cuatro exóticas) comprendidas en cuatro familias (cuadro 1; apéndice 24).

Distribución

Las especies que se distribuyen en Jalisco (cuadro 1) se encuentran en bosques de encino, de pino-encino, acahuales, pastizales, platanares y viveros. Pero no solamente se les ubica en estos ecosistemas, también se pueden reproducir en cautiverio para reciclar los desechos orgánicos que genera el ser humano.

Importancia ecológica, económica y cultural

Las lombrices ejercen una función notable en las propiedades químicas de los suelos, ya que transforman la materia orgánica a través de la acción enzimática que llevan a cabo en su sistema digestivo, con lo que liberan el producto de éste al suelo. Los excrementos de las lombrices concentran nutrientes en formas más disponibles para las plantas (Lavelle y Barois 1998), lo que da como resultado un abono orgánico de excelente calidad que es utilizado en los diferentes cultivos (figuras 2 y 3). Las lombrices también son una fuente de proteínas de alta calidad en aminoácidos, que puede ser utilizada como complemento alimenticio de diferentes animales, incluso para el humano.

Los invertebrados del suelo y en particular las lombrices de tierra son buenos indicadores de contaminación del suelo debido a su vulnerabilidad a dichos impactos, por lo que son empleados para pruebas ecotoxicológicas (Edwards y Bohlen 1996). Asimismo, el manejo de las lombrices de tierra sobre el suelo contribuye a degradar y transformar los residuos orgánicos y sustancias tóxicas, siendo además filtros biológicos de metales pesados.

Figura 2. Canteros para lombricultura. Foto: Miguel Magaña.

La lombriz de tierra es un invertebrado excepcionalmente prolífico, resistente, vivaz, de carne sólida y de un insaciable apetito. Es capaz de digerir cualquier residuo que contenga materia orgánica en estado de putrefacción, fermentado o fresco, como estiércoles, residuos de cosechas, basura doméstica, urbana, lodos, celulosa, etc., y transformarlo en humus. El humus de lombriz es un producto con gran contenido orgánico altamente humificado con elevada cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio, oligoelementos y, lo que es más importante, de cientos de millones de microorganismos saprófitos activos. Cuando este humus se incorpora al suelo contribuye al equilibrio ecológico y a la transformación de los minerales del suelo al liberar elementos inorgánicos en forma soluble requeridos como nutrientes por las plantas; por ejemplo, nitrógeno y fósforo, que tienen buena estructura, bajos niveles de metales pesados, baja conductividad, alto contenido de ácidos húmicos y buena estabilización y maduración (Loza 2007).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Abono orgánico, resultado de la lombricultura. Foto: Miguel Magaña.

Principales amenazas

Las principales amenazas que tienen estos organismos es la destrucción de los ecosistemas naturales, además de los agroquímicos que son utilizados indiscriminadamente en los suelos de cultivo.

Conclusión y recomendaciones

De la información antes descrita se desprende la imperiosa necesidad de realizar estudios sobre diversidad de los oligoquetos (lo que constituye un reto para los científicos dedicados a este grupo de animales). Esto, con el fin de conocer qué especies se encuentran en Jalisco y tomar decisiones para conservarlas.

Las principales acciones a llevar a cabo para conservar estos organismos son las siguientes.

- Crear un proyecto que contemple el estudio de la oliquetofauna del estado, así como de su distribución en los diferentes ecosistemas para conocerlos mejor y saber su estado de conservación en general.
- Elaborar un proyecto de sensibilización con la población con el fin de que conozcan los beneficios que pueden obtener de la lombriz de tierra.

Referencias

Brusca, R. y G. Brusca. 2005. *Invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana, México.

Edwards, C.A. y P. J. Bohlen. 1996. *Biology and ecology of earthworms*. 3a Edition. Chapman y Hall. Londres.

Fragoso, C. 2001. Las lombrices de tierra de México (Annelida, Oligochaeta): diversidad, ecología y manejo. *Acta Zoológica Méxicana* (n.s.). *Número especial* 1:131-171.

Lavelle, P. y I. Barois. 1988. Potencial use of earthworm in tropical soils. En: *Earthworms in waste and environmental management*. C.A. Edwards y E. F. Neuhauser (eds.). *Academic Publishing*. La Haya, pp. 273-279.

Lavelle, P. y A.V. Spain. 2001. *Soil ecology*. Kluwer Academic Publishing, Dordrecht.

Loza, J.A. 2007. *La lombriz de tierra, Eisenia andrei (Bouche 1972) como bioacumulador de plomo (Pb) durante la transformación de los desechos sólidos orgánicos de Guadalajara, Jalisco, México*. Tesis doctoral, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Artrópodos

José Luis Navarrete Heredia, Georgina Adriana Quiroz Rocha, Miguel Vásquez Bolaños, Guadalupe Labrador Chávez, Hugo Eduardo Fierros López y Ana Laura González Hernández

Descripción

Su nombre se deriva del griego *arthron* (articulación) y *podus* (pie o pata); es decir, animales con *patas articuladas*, característica que los distingue de otros grupos animales. De acuerdo con Triplehorn y Johnson (2005), los artrópodos se reconocen por las siguientes características:

Apéndices. Presencia de apéndices articulados (antenas, patas y mandíbulas), los cuales desempeñan funciones sensoriales, locomotoras y de alimentación (figura 1).

Cuerpo dividido en regiones. El cuerpo está dividido en regiones bien diferenciadas que reciben el nombre de *tagmas*. En general, en los quelicerados (xifósuros, arácnidos y ácaros) se observan dos tagmas: prosoma (región anterior del cuerpo) y opistosoma (región posterior del cuerpo; figura 2). En los crustáceos se presentan dos o tres: cabeza y tronco; pedúnculo y capítulo; cabeza, tórax y abdomen, y cefalotórax, pereión y pleón. En los ciempiés y milpiés se presentan dos: cabeza y tronco. Finalmente, en los insectos se reconocen tres: cabeza, tórax y abdomen (figura 3). En los trilobites, artrópodos fósiles, el cuerpo estaba dividido en cefalón, soma (tórax) y pigidio.

Cutícula. Esqueleto externo o exoesqueleto (figura 4). Cubre todo el cuerpo, además de la parte anterior y posterior del aparato digestivo, así como de las estructuras por donde se incorpora el aire al cuerpo. Les protege de condiciones ambientales adversas, así como de otros organismos, ya sea por su dureza, coloración o presencia de estructuras de defensa.

Figura 1. *Poecilottetix pantherinus*. Foto: Hugo Eduardo Fierros López.

Navarrete-Heredia, J.L., G.A Quiroz-Rocha, M. Vásquez-Bolaños, G. Labrador Chávez, H.E. Fierros-López y A.L. González-Hernández. 2017. Artrópodos. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 213-222.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. *Thomiscidae misunemops*. Foto: Hugo Eduardo Fierros López.

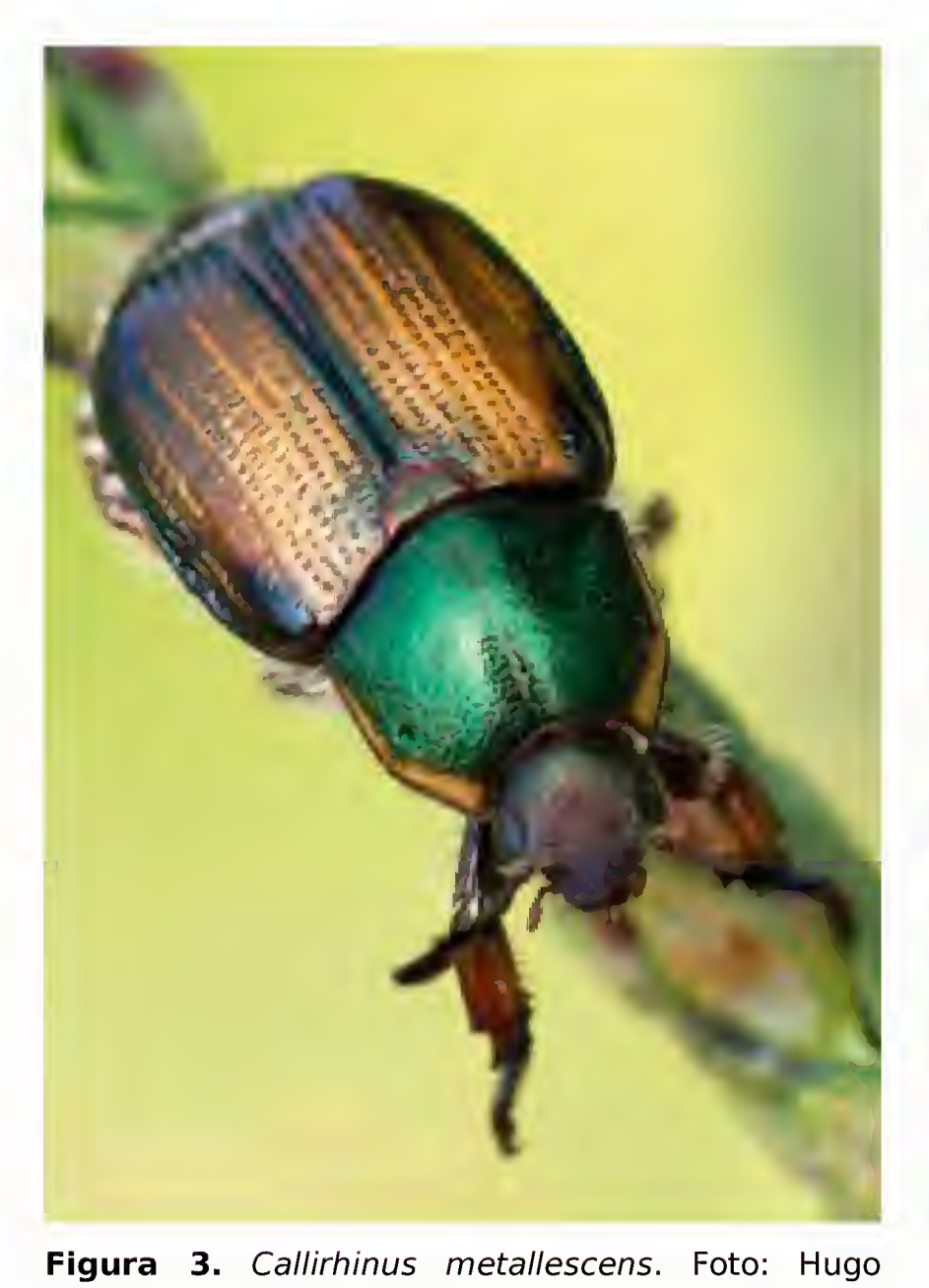


Figura 3. *Callirhinus metallescens*. Foto: Hugo Eduardo Fierros López.

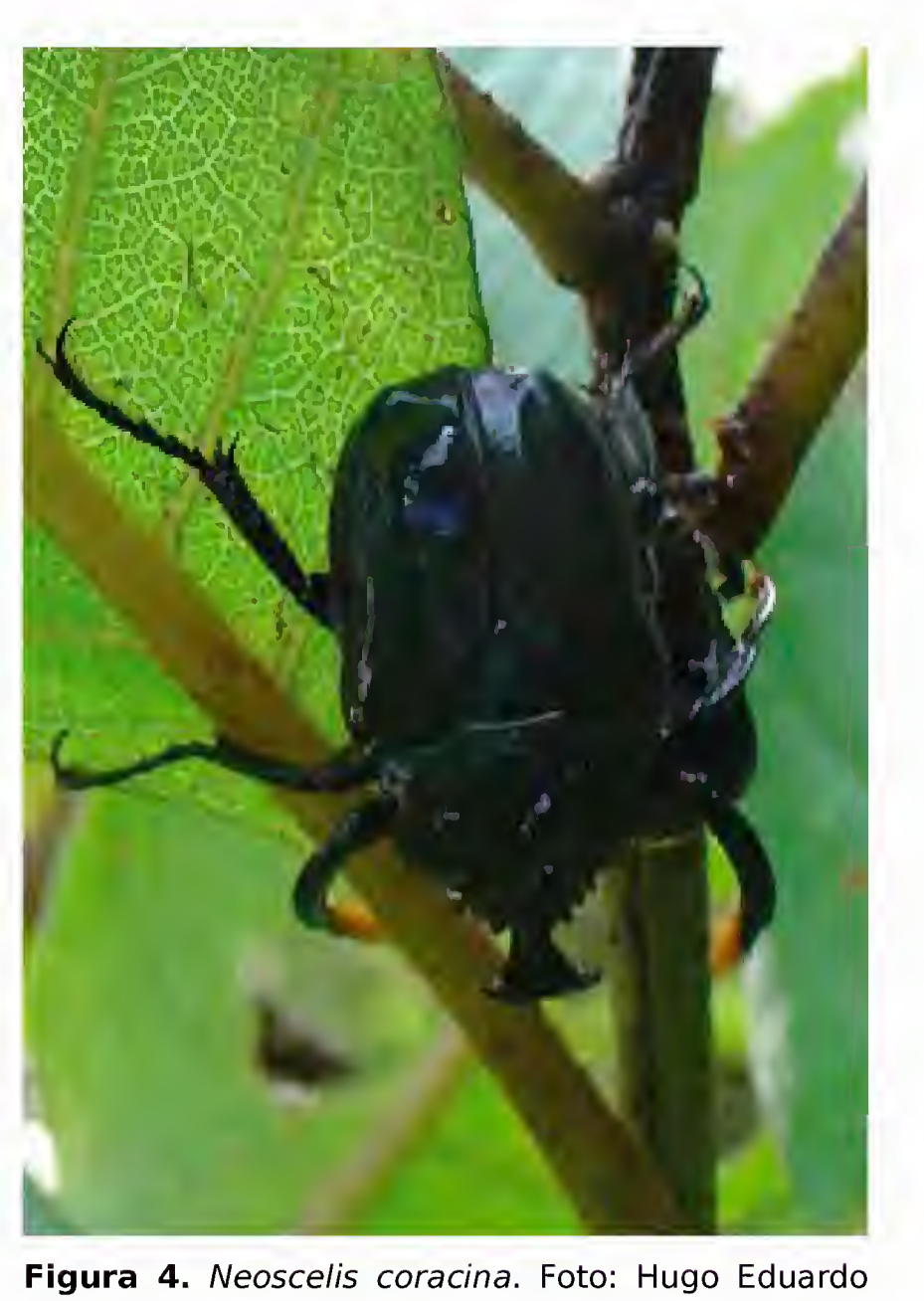


Figura 4. *Neoscelis coracina*. Foto: Hugo Eduardo Fierros López.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Crecimiento a través de mudas. Debido a la presencia de cutícula, necesitan desprenderse de su cutícula vieja para crecer. Este proceso es conocido como muda o ecdisis.

Diversidad

Los artrópodos son el grupo de seres vivos con más especies en el mundo; a finales del 2011, se conocía un total de 1 242 040 (Zhang 2011). Aunque no existe un inventario completo y actualizado de los artrópodos de Jalisco, con base en la información recopilada para este trabajo, se cuenta con una lista de 3 794 especies (3 824 taxa), que pertenecen a 250 familias y 45 órdenes (cuadro 1, apéndice 25). Los órdenes con más de 100 especies son Psocoptera, Odonata, Hemiptera (figura 5), Lepidoptera (figura 6), Hymenoptera (figura 7) y Coleoptera (figuras 3 y 4), este último cuenta con 1 493 especies (cuadro 1).

La riqueza de especies de artrópodos que aquí se menciona es sólo una aproximación sobre la riqueza estatal; por ello es importante manejar las cifras con cautela para evitar conclusiones inadecuadas. Algunos ejemplos se presentan a

Figura 5. *Thasus gigas*. Foto: José Luis Navarrete Heredia.

Figura 6. *Danaus plexippus*. Foto: José Luis Navarrete Heredia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Clasificación taxonómica y numeralia de artrópodos presentes en la entidad.

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especies	Infraespecies	Taxa
Arachnida		Amblypygi	1	2	3	0	3
		Aranae	2	17	48	0	48
		Opiliones	3	8	16	0	16
		Palpigradi	1	1	1	0	1
		Pseudoscorpiones	2	5	5	0	5
		Scorpiones	3	3	10	7	12
		Solifugae	1	1	1	0	1
	Acari	Astigmata (= Acaridida)	14	16	18	0	18
		Ixodida (=Metastigmata)	2	4	11	0	11
		Mesostigmata (=Gamasida)	9	11	16	0	16
		Oribatida (=Crytostigmata)	6	6	6	0	6
		Prostigmata (=Actinedida)	13	27	58	0	58
	Subtotal	**12**	**57**	**101**	**193**	**7**	**195**
Chilopoda		Lithobiomorpha	1	1	1	0	1
		Scolopendromorpha	2	4	4	0	4
		Scutigeromorpha	1	1	1	0	1
	Subtotal	**3**	**4**	**6**	**6**	**0**	**6**
Collembola		Entomobryomorpha	3	13	20	0	20
		Neelipleona	1	1	1	0	1
		Poduromorpha	5	22	37	0	37
		Symphypleona	5	7	8	0	8
	Subtotal	**4**	**14**	**43**	**66**	**0**	**66**
Diplopoda		Polydesmida	2	3	3	0	3
	Subtotal	**1**	**2**	**3**	**3**	**0**	**3**
Insecta	Pterygota	Blattodea	3	3	6	0	6
		Coleoptera	29	566	1 493	58	1 499
		Dermaptera	2	4	4	1	4
		Diptera	6	24	69	0	69
		Embioptera	3	3	5	0	5
		Ephemeroptera	4	5	9	0	9
		Hemiptera	4	99	175	2	175
		Homoptera	1	1	1	0	1
		Hymenoptera	20	265	739	57	754
		Isoptera	3	16	32	1	32
		Lepidoptera	31	371	584	57	591
		Mantodea	1	5	8	1	8
		Mecoptera	1	1	1	0	1
		Megaloptera	1	2	2	0	2
		Neuroptera	5	23	41	0	41
		Odonata	8	46	122	3	122
		Orthoptera	8	32	40	3	40
		Plecoptera	1	1	1	0	1
		Psocoptera	25	53	120	0	120
		Raphidioptera	1	1	1	0	1
		Siphonaptera	4	11	16	3	16
		Strepsiptera	1	1	1	0	1
		Thysanoptera	4	25	39	2	39
		Trichoptera	6	8	16	0	16
	Subtotal	**24**	**172**	**1 566**	**3 525**	**188**	**3 553**
Protura		Eosentomata	1	1	1	0	1
	Subtotal	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**
Total		**45**	**250**	**1 720**	**3 794**	**195**	**3 824**

Fuente: elaboración propia a partir de los datos generados en el apéndice 25.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 7. *Thygater montezuma*. Foto: Hugo Eduardo Fierros López.

continuación. Dentro del grupo de las arañas, se cuenta con 48 especies; esta cifra es inadecuada si se tiene en cuenta que, para México, se han registrado más de 2 500 especies. Situaciones similares se presentan para los Acari, Chilopoda, Diplopoda (véase el capítulo sobre ciempiés y milpies, en esta obra) e incluso en grupos como Coleoptera e Hymenoptera. Al considerar exclusivamente a los Coleoptera, se tiene información para 29 familias. Las familias con más especies y que se encuentran relativamente bien conocidas para la entidad son Buprestidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Scarabaeidae y Staphylinidae, todas representadas por más de 100 especies. Buena parte de los huecos en la información se debe a la carencia de especialistas en diferentes grupos y a la falta de una exploración biológica apropiada en la entidad.

Distribución

Los artrópodos habitan prácticamente en todos los ambientes; los crustáceos son más abundantes en el medio marino y los insectos en el terrestre (Triplehorn y Johnson 2005). Sin embargo, en Jalisco, el conocimiento de la distribución de los artrópodos es inadecuado. Existen regiones relativamente bien conocidas, aunque la mayor parte de la entidad muestra una carencia importante de exploración biológica. Entre las zonas mejor conocidas destaca el sur, donde se ubican las reservas de la biosfera de Chamela-Cuixmala (RBCC) y Sierra de Manantlán (RBSM). Particularmente de la RBCC existen tres publicaciones compilatorias que citan a más de 1 000 especies de artrópodos (Morón 1990, Noguera *et al.* 2002, García-Aldrete y Ayala-Barajas 2004). Citas previas se encuentran dispersas en varias contribuciones o relatos históricos del siglo XIX.

A partir de 1996 con la publicación del primer volumen de la obra *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, se han hecho varias contribuciones acerca de diferentes grupos de artrópodos que sintetizan la información conocida en el país. Hasta ahora se han publicado cuatro volúmenes (Llorente-Bousquets *et al.* 1996, 2000, 2004 y Llorente-Bousquets y Morrone 2002). Otras contribuciones, cuyo objetivo principal fue sintetizar la información de diversos grupos a nivel nacional, son Melolonthidae (*SENSU* Morón *et al.* 1997), Scarabaeidae y otras familias Scarabaeoidea (Morón 2003), ácaros (Hoffmann y López-Campos 2000) y Staphylinidae (Navarrete-Heredia *et al.* 2002). Existen también contribuciones de síntesis en el estado: Collembola (Palacios-Vargas 2000), Megaloptera (Contreras-Ramos 2000), Scolytinae (Coleoptera: Curculinoidae) (Burgos-Solorio y Equihua-Martínez 2007), mariposas diurnas (Lepidoptera) (Vargas. *et al.* 1996), hormigas ecitoninas (Watkins 1990) y hormigas de Jalisco (Vásquez-Bolaños y Navarrete-Heredia 2004). Una buena parte de las contribuciones recientes acerca de la artrópofauna de Jalisco ha

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

sido publicada en la revista *Dugesiana* que, desde 1994, edita el Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara.

Teniendo como base la información de los Coleoptera Scarabaeoidea en la que se ubican los escarabajos conocidos como mayates, rodacacas, toritos y otros, más de la mitad de los municipios de Jalisco carece del registro de al menos una especie, siendo que en este grupo se encuentran los coleópteros de tallas más grandes y relativamente mejor conocidos. Ante esta situación y con un poco de estudio taxonómico y de exploración, se espera que en un futuro cercano se registren formalmente muchas familias de insectos para la entidad, como ha sido evidenciado para las familias Lepiceridae (Arce-Pérez 1997), Lymexylidae (Rivera-Cervantes *et al.* 2008) o Lucanidae, misma que había sido considerada erróneas para la entidad (Navarrete-Heredia *et al.* 2001).

Importancia ecológica, económica y cultural

La importancia de los artrópodos puede ser analizada desde diferentes puntos de vista. Si se parte de su importancia ecológica, actúan como reguladores de poblaciones de animales nocivos, por ejemplo, muchas especies de insectos son utilizadas para controlar a otras especies de insectos que son plaga en cultivos, zonas urbanas y áreas forestales; también funcionan para reciclaje de materia orgánica en descomposición, que incluye restos de animales, plantas u hongos, lo que favorece la aireación, el abono del suelo y la eliminación de sustratos propicios para desarrollar fauna nociva, por ejemplo, moscas; y para polinizar plantas silvestres y cultivadas, así como para dispersar semillas (Triplehorn y Johnson 2005).

Además de su valor biológico, con frecuencia subestimado, los artrópodos tienen importante valor económico. En México, el cultivo de abejas genera recursos económicos cercanos a 1 648 millones de pesos anuales (SAGARPA 2011). A escala mundial, el país ocupa el quinto lugar en producción apícola. A pesar de que la apicultura comercial de mayor impacto se basa en el cultivo de una especie introducida, la abeja europea (*Apis mellifera*, figura 8), en algunas regiones de la república se explotan, a menor escala, abejas silvestres sin aguijón. El cultivo de éstas, también denominadas meliponas, era bastante común entre los mayas (Free 1982) y actualmente existen esfuerzos encaminados a mantener y mejorar la explotación racional de este recurso (Toledo *et al.* 2007). En Jalisco no existen propuestas para explotar este tipo de abejas, pero en Tequila, algunas personas buscan sus nidos para utilizar esporádicamente su miel.

En cuanto a los artrópodos marinos (crustáceos), en México, durante 2005, la pesca de camarón generó más de 6 700 millones de pesos, situación que ubicó al país en el primer lugar en la generación de recursos económicos a nivel de pesquerías. Ese año, el aporte económico del camarón a la pesca fue de 46.59%, seguido (muy por debajo) del atún con 8.63% (CONAPESCA 2005).

Figura 8. *Apis mellifera*. Foto: José Luis Navarrete Heredia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La utilización de insectos como alimento está muy arraigada en la zona centro y sur del país. Se ha documentado el consumo de 504 especies, de las cuales sólo se comercializan alrededor de 95. Chapulines, jumiles, escamoles, hormigas arrieras son los nombres de algunas especies comestibles, cuyo consumo es más frecuente en la región centro sur, principalmente en los estados de Morelos, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Chiapas (Ramos-Elorduy *et al.* 2006). En Jalisco, la entomofagia no es una tradición arraigada, y por ahora sólo se tiene conocimiento del consumo de tres especies: chinches (*Thasus gigas*, figura 5) y gusanos de maguey (*Xyleutes redtenbachi* y *Aegiale hesperiaris*). No ha sido posible confirmar si su consumo es por personas oriundas del estado o bien, por procedentes de otras regiones que se encuentran establecidas en la entidad (Navarrete-Heredia obs. pers.).

Con frecuencia, los artrópodos son percibidos como fauna nociva que causa molestias o puede provocar la muerte. Si bien esto es cierto para algunas especies de alacranes, arañas o avispas cuyo veneno puede ser mortal; o de mosquitos y chinches que pueden ser transmisores de agentes patógenos, el número de especies nocivas es muy bajo en comparación con las de importancia benéfica para el humano. Desde el punto de vista médico, en Jalisco, la araña viuda negra (*Latrodectus mactans*), alacranes o escorpiones (principalmente del género *Centruroides*), mosquitos (transmisores del dengue) o chinches hociconas (del género *Triatoma*) transmisoras del mal de Chagas son de los más importantes (SSJ 2006, Lozano-Kasten *et al.* 2008).

Respecto a los insectos, uno de los referidos como de mayor importancia médica recibe el nombre de arlomo, pero no se tiene certeza de su determinación taxonómica. Al considerarlo como un animal bastante peligroso que puede provocar la muerte por las complicaciones que produce donde deja su veneno (principalmente en las extremidades inferiores y cuello), es descrito como un gusanito que se localiza cerca de los cuerpos de agua, particularmente en las partes arenosas y que durante la noche son muy conspicuos por la capacidad de emitir luz en su cola. Por lo descrito por mucha gente, se consideró que se trataba de las larvas de luciérnagas que son muy comunes en este tipo de hábitats: "lechos arenosos de arroyos, ríos y en suelos húmedos" (Zaragoza-Caballero 2004). Recientemente se confirmó esto con especímenes de Jacona, Michoacán. Una vez que alcanzaron la adultez, los gusanitos se determinaron como pertenecientes a la especie *Photuris trilineata* (Zaragoza-Caballero y Navarrete-Heredia 2007); sin embargo, no se tiene la certeza de que éstas sean las causantes de los daños que se mencionan. En Jalisco se ha tenido oportunidad de examinar algunos ejemplares referidos como arlomos. Algunos de ellos han sido larvas de Lampyridae, pero otros pertenecen a la familia Staphylinidae.

Otro insecto de importancia médica regional son los escarabajos de la familia Staphylinidae. En el municipio Mascota son conocidos como panchos o panchos miones, debido a que la gente considera que orinan una sustancia venenosa que primero causa ámpulas en la piel; en realidad, al ser molestados o presionados con los dedos, los adultos liberan una sustancia defensiva constituida por pederina, pederona y pseudopederona que, al contacto con la piel, forma una gran ámpula cuyos malestares son muy intensos que, en caso de no tratarse adecuadamente, puede ser una vía adecuada para desarrollar infecciones si queda expuesta la herida. A manera de refrescante local, los pobladores utilizan la nata fría del atole blanco para cubrir las llagas y, para evitar que se formen más cuando éstas se rompen y el líquido se desplace a otras partes del cuerpo, cubren el ámpula y parte de la piel circunvecina con barniz para evitar el contacto directo con el líquido (Navarrete-Heredia y Gómez-Flores 2005).

Consideraciones finales

En Jalisco, el estudio de los artrópodos ha tenido avances importantes con una marcada influencia en regiones donde se encuentran las reservas de la biosfera de Chamela-Cuixmala y sierra de Manantlán. También hay estudios en otras regiones, como el volcán de Tequila (Fierros-López

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

1998) y sierra de Mascota (Quiroz-Rocha *et al.* 2008), pero aún hay zonas poco exploradas, como el norte del estado, en donde es necesario concentrar esfuerzos en el trabajo de exploración.

En los últimos 30 años, muchas especies descritas sólo se conocen de la localidad tipo o de pocas localidades en la entidad; por ejemplo, *Neivamyrmex chamelensis*, *Tetramorium bicolorum*, *Neoscelis longiclava*, *N. coracina*, *Ceraspis jaliscoensis*, *Polyphylla navarretei* y *Scaphisoma cortesaguilari* (Watkins 1986, Morón y Ratcliffe 1989, Delgado y Navarrete-Heredia 2004 Fierros-López 2006, Zidek 2006, Navarrete-Heredia y Zidek 2007, Vásquez-Bolaños 2007). Esta situación incrementa, de manera importante, el número de especies endémicas en el estado. Si bien esto puede aplicar para varias especies, para otras puede ser el reflejo de un trabajo de campo insuficiente; un ejemplo de esta situación fue presentado hace algunos años para una especie de coleóptero (*Attavicinus monstrosus*) que había sido considerada como extinta (Halffter y Ezcurra 1992). Con trabajo de campo no intensivo en años posteriores se confirmó la existencia de algunas poblaciones, además de que se amplió su distribución en la entidad de manera considerable (Navarrete-Heredia 1996). Fue registrada formalmente para Michoacán, aunque con base en datos de especímenes colectados varios años antes (Philips y Bell 2008).

En situaciones especiales, el número de especímenes es muy reducido y su área de distribución conocida es muy restringida; un ejemplo concreto de esta situación fue publicado recientemente (Fierros-López 2005). *Scaphidium yeilineatum* se describió con base en un ejemplar colectado en 1973 y procedente del Nevado de Colima. En visitas recientes no se ha colectado nuevamente.

En el estado existen algunas especies introducidas de Coleoptera e Hymenoptera originarias del Viejo Mundo que se encuentran bien representadas en Jalisco; por ejemplo, *Hybosorus illigeri*, *Euoniticellus intermedius*, *Digitonthophagus gazella*, *Sphaeridium scarabaeoides*, *Anoplolepis gracilipes*, *Monomorium pharaonis*. Aunque se tienen datos de distribución para varias localidades, es necesario conocer adecuadamente su distribución en la entidad, además de sus posibles efectos sobre la fauna nativa.

Referencias

Arce-Pérez, R. 1997. Sinopsis del suborden Myxophaga (Coleoptera) de México. *Dugesiana* 4(2): 41-50.

Burgos-Solorio, A. y A. Equihua-Martínez. 2007. Platypodidae y Scolytidae (Coleoptera) de Jalisco, México. *Dugesiana* 14(2): 59-82.

CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2005. *Anuario estadístico de acuacultura y pesca.* Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Mazatlán.

Contreras-Ramos, A. 2000. Megaloptera (Neuropterida). En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento.* Vol. II. J. Llorente, E. González y N. Papavero (eds.). UNAM/CONABIO, México, pp. 355-362,

Delgado, L. y J.L. Navarrete-Heredia. 2004. *Ceraspis jaliscoensis*, a new species from Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae). *Zootaxa* 787: 1-7.

Fierros-López, H.E. 1998. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del volcán de Tequila, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* (102):21-70.

—. 2005. Revisión del género *Scaphidium* Olivier, 1790 (Coleoptera: Staphylinidae) de México y Centroamérica. *Dugesiana* 12(2):1-152.

—. 2006. Four new species of *Scaphisoma* Leach with maculate elytra (Coleoptera: Staphylinidae: Scaphidiinae) from Mexico, with new records and comments on *S. balteatum* Matthews. *Zootaxa* 1279:53-68.

Free, J.B. 1982. *Bees and mankind.* George Allen y Unwin, Londres.

García Aldrete, A.N. y R. Ayala Barajas (eds.). 2004. *Artrópodos de Chamela.* Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

Halffter, G. y E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? En: *La diversidad biológica de Iberoamérica I.* G. Halffter (comp.). *Acta Zoológica Mexicana*, volumen especial, pp. 3-24.

Hoffmann, A. y G. López-Campos. 2000. Biodiversidad de los ácaros en México. UNAM/CONABIO, México.

INE. Instituto Nacional de Ecología. 2000. Programa de manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Llorente-Bousquets, J., A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). 1996. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. I.* UNAM/CONABIO, México.

Llorente-Bousquets, J., E. González-Soriano y N. Papavero (eds.). 2000. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento.* Vol. II. UNAM/CONABIO, México.

Llorente-Bousquets, J. y J.J. Morrone (eds.). 2002. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento.* Vol. III. UNAM/CONABIO, México.

Llorente-Bousquets, J., J.J. Morrone, O. Yañez Ordóñez y I. Vargas-Fernández (eds.). 2004. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento.* Vol. IV. UNAM/CONABIO, México.

Lozano-Kasten, F., E. Magallón-Gastélum, M. Soto-Gutiérrez, *et al.* 2008. Conocimiento epidemiológico y situación actual de la enfermedad de Chagas en el estado de Jalisco, México. *Salud Pública de México* 50(6):508-515.

Morón, M.A. (ed.). 1990 (1988). Prólogo: La entomofauna de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* (77): 2.

Morón, M.A. (ed.). 2003. *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. II. Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae.* Argania editio, Barcelona.

Morón, M.A. y B.C. Ratcliffe. 1989. A sinopsis of American Goliathini with description of a new *Neoscelis* from Mexico (Col. Scarabaeidae, Cetoniinae). *Coleopterists Bulletin* 43(4): 339-348.

Morón, M.A., B.C. Ratcliffe y C. Deloya (eds.). 1997. *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. I. Familia Melolonthidae.* CONABIO/Sociedad Mexicana de Entomología, México.

Navarrete-Heredia, J.L. 1996. Is the apparent rarity of *Liatongus monstrosus* (Bates) (Coleoptera: Scarabaeidae) real or an artifact of collecting? *Coleopterists Bulletin* 50(3):216-220.

Navarrete-Heredia J.L. y V.H. Gómez-Flores. 2005. Aspectos etnoentomológicos acerca de *Paederus* sp. (Coleoptera: Staphylinidae) en Mascota, Jalisco, México. *Dugesiana* 12(1):9-18.

Navarrete-Heredia, J.L. y J. Zídek. 2007. New data on *Polyphylla navarrretei* Zidek 2006 (Scarabaeidae) from Jalisco, México. *Animma.x* (27): 29-30.

Navarrete-Heredia, J.L., L. Delgado y H.E. Fierros-López. 2001. Coleoptera Scarabaeoidea de Jalisco, México. *Dugesiana* 8(1):37-93.

Navarrete-Heredia, J.L., A.F. Newton, M. K. Thayer, *et al.* 2002. Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. *Illustrated guide to the genera of Staphylinidae* (Coleoptera). Universidad de Guadalajara/CONABIO, México.

Noguera, F.A., J.H. Vega García, A.N. García Aldrete y M. Quesada Avendaño (eds.). 2002. *Historia Natural de Chamela.* UNAM, México.

Palacios-Vargas, J.G. 2000. Collembola (Hexapoda: Entognatha) de Jalisco, México. *Dugesiana* 7:23-36.

Philips, T.K. y K.L. Bell. 2008. *Attavicinus*, a new generic name for the myrmecophilous dung beetle *Liatongus monstrosus* (Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Coleopterists Bulletin* 62(1): 67-81.

Quiroz-Rocha, G.A., J.L. Navarrete-Heredia y P.A. Martínez Rodríguez. 2008. Especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y Silphidae (Coleoptera) necrófilas de bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña en el municipio de Mascota, Jalisco, México. *Dugesiana* 15(1): 27-37.

Ramos-Elorduy, J., J. M. Pino y M. Conconi. 2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. *Folia Entomológica Mexicana* 45(3): 91-318.

Rivera-Cervantes, L.E., E. García-Real y M.A. Morón. 2008. Primer registro de *Atractocerus brasiliensis* Lepeletier & Audinet-Serville (Coleoptera: Lymexylidae) para Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 24(3):225-227.

Rodríguez-Palafox, A. y A.M. Corona. 2002. Lista de artrópodos de la región de Chamela, Jalisco, México. En: *Historia Natural de Chamela.* F.A. Noguera, J.H. Vega Rivera, A.N. García Aldrete y M. Quesada Avendaño (eds.). Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 203-232.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 2011. Monografía de la miel. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial. En: <*http://documents.mx/documents/monografia-de-la-miel.html*>, última consulta: 7 de julio de 2015.

SSJ. Secretaría de Salud Jalisco. 2006. Intoxicación por mordedura de araña venenosa. Nuevos retos para la salud pública. Dirección General de Salud Pública. *Boletín mensual* 5: 3

Toledo, V.M., N. Barrera-Bassols, E. García-Frapolli y P. Alarcón-Chaires. 2007. Manejo y uso de la biodiversidad entre los mayas yucatecos. *Biodiversitas* 70:10-15.

Triplehorn, C.A. y N.F. Johnson. 2005. *Borror and Delong's Introduction to the study of insects.* Thomson, Belmont.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Vargas F., I., A. Luis M., J. Llorente B. y A.D. Warren. 1996. Butterflies of the state of Jalisco, Mexico. *Journal of the Lepidopterists' Society* 50(2): 97-138.

Vásquez-Bolaños, M. 2007. Una especie nueva del género *Tetramorium* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) de Mascota, Jalisco, México. *Dugesiana* 14(2):93-97.

Vásquez-Bolaños, M. y J.L. Navarrete-Heredia. 2004. Checklist of the ants (Hymenoptera: Formicidae) from Jalisco State, Mexico. *Sociobiology* 43(2):351-365.

Watkins, J.F. II. 1986. *Neivamyrmex chamelensis*, n. sp. (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae) from Jalisco, México. *Journal of the Kansas Entomological Society* 59(2):361-366.

—. 1990 (1988). The army ants (Formicidae: Ecitoninae) of the Chamela biological station in Jalisco, Mexico. *Folia Entomológica Mexicana* (77):379-393.

Zaragoza-Caballero, S. 2004. Lampyridae (Coleoptera). En: *Artrópodos de Chamela*. A.N. García Aldrete y R. Ayala (eds.). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 139-150.

Zaragoza-Caballero, S. y J.L. Navarrete-Heredia. 2007. Etnotaxonomía: nombres comunes y lingüísticos de algunos Coleoptera mexicanos. En: *Etnoentomología cultural: una visión Iberoamericana*. J.L. Navarrete-Heredia, G.A. Quiroz-Rocha y H.E. Fierros-López. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, pp. 75-104.

Zhang, Z.Q. 2011. Animal biodiversity: an introduction to higher-level classification and taxonomic richness. *Zootaxa* 3148: 7-12.

Zidek, J. 2006. Re-count of New World *Polyphylla* and a new species from west-central Mexico (Scarabaeidae: Melolonthinae: Melolonthini). *Animma* 17: 1-7.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de caso

Avispas parasíticas de la familia Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en la Estación Biológica de Chamela

Svetlana Nikolaevna Myartseva, Enrique Ruíz Cancino, Juana María Coronado Blanco y Alejandro González Hernández

Introducción

A nivel especie, los afelínidos no tienen nombre común, pero son insectos de gran importancia económica, ya que comprenden la familia de avispas más exitosa del mundo en cuanto a control biológico de insectos plaga. Las larvas de los afelínidos son parasitoides primarios (atacan directamente a sus hospederos) o secundarios (atacan a los parasitoides primarios) de insectos de varias órdenes, generalmente de mosquitas blancas, escamas o pulgones (Hemiptera-Aleyrodoidea, Coccoidea y Aphidoidea, respectivamente) aunque también algunas especies parasitan huevecillos de otros insectos (Rose 1988, Polaszek 1991, Gibson *et al.* 1997). Dada la importancia económica y ecológica de esta familia, el presente estudio busca actualizar el conocimiento de la familia Aphelinidae en Jalisco.

Diversidad

En México se han registrado 17 familias, 366 géneros y 1 222 especies de Chalcidoidea (Hymenoptera) (Noyes 2012). Las familias con más especies son Encyrtidae (287), Eulophidae (163), Chalcididae (118) y Aphelinidae (184), las cuales representan aproximadamente 60% del total. A escala mundial, la familia Aphelinidae incluye 1 350 especies en 36 géneros (Noyes 2012). En 2012 se conocían 184 especies en los mismos 12 géneros (Myartseva *et al.* 2012).

Los géneros de Aphelinidae con más especies en el país son *Encarsia* con 94, *Coccophagus* sp. con 27, *Eretmocerus* sp. con 21 y *Aphytis* con 20. A pesar de esto, esta familia se ha estudiado poco en el país; los estados con más especies reportadas son Tamaulipas y Sinaloa (Coronado-Blanco *et al.* 2005, Myartseva *et al.* 2012).

En Jalisco, la familia Aphelinidae no ha sido estudiada a profundidad. En el 2000, se contaba solamente con algunos materiales colectados en la Estación de Biología Chamela de la UNAM y preservados en la Universidad Autónoma de Nuevo León; en total, se conocen siete géneros y 24 especies de afelínidos (apéndice 26). El género con mayor diversidad y abundancia es *Encarsia* con 14 especies (56%), del resto se han obtenido pocos representantes: *Eretmocerus* (3 especies), *Ablerus* (2), *Aphytis* (2), *Marietta* (1), *Centrodora* (1) y *Coccophagus* (1). Se estima que esto representa sólo la cuarta parte de las especies presentes en la entidad.

Myartseva, S.N., E. Ruíz-Cancino, J.M. Coronado-Blanco y A. González-Hernández. 2017. Avispas parasíticas de la familia Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en la estación biológica de Chamela. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 224-226.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Distribución

La Estación de Biología Chamela de la UNAM es una de las regiones mejor estudiadas en México, aunque este conocimiento también está lejos de ser completo (Vega-Rivera *et al.* 2002). En el cuadro 1 se enlistan las 19 especies identificadas de afelínidos que se han obtenido en Jalisco y sus relaciones zoogeográficas; cinco de ellas fueron introducidas a México en programas de control biológico de plagas desde el Viejo Mundo: *Encarsia clypealis*, *E. divergens*, *E. merceti*, *E. perplexa* y *E. smithi*; al final del cuadro se indica el significado de cada una de las regiones. Existen otras cinco especies colectadas en Jalisco (*Ablerus* sp., *Aphytis* sp. 1, *Aphytis* sp. 2, *Centrodora* sp. y *Coccophagus* sp.) que no se pudieron identificar a especie por el mal estado del material.

Cuadro 1. Especies de la familia Aphelinidae presentes en el estado y sus relaciones zoogeográficas.

Nombre científico	Región zoogeográfica
Encarsia aurantii	Cosmopolita (o casi cosmopolita*)
Encarsia citrina	
Encarsia formosa	
Encarsia clypealis	Oriental (introducidas)
Encarsia divergens	
Encarsia merceti	
Encarsia perplexa	
Encarsia smithi	
Encarsia meritoria	Holártica y Neotropical
Ablerus elegantulus	Etiópica y Neotropical
Encarsia coquilleti	Neártica y Neotropical
Encarsia noyesi	
Encarsia pergandiella	
Eretmocerus eremicus	
Eretmocerus longiterebrus	
Encarsia ameca	México
Encarsia clavata	
Eretmocerus clavator	
Marietta mexicana	

Cosmopolitas. Presentes en todas las regiones.

***Casi cosmopolita**. Ocurren en la mayoría de las regiones.

Holártica. Comprende la mayor parte del hemisferio norte.

Neotropical. Incluye parte de México, Centro y Sudamérica.

Etiópica. Comprende parte de África.

Neártica. Engloba a Alaska, Canadá, Estados Unidos de América y principalmente la parte norte y centro de México.

Fuente: Myartseva *et al*. 2012, Yu *et al*. 2012.

Importancia ecológica, económica y cultural

Estos insectos son de gran importancia en el control natural de insectos fitófagos (se alimentan de plantas), ya que mantienen el equilibrio de las poblaciones de diferentes especies de insectos en varios ecosistemas. Participan en la regulación de poblaciones de mosquitas blancas, escamas y áfidos, en forma natural o al ser liberados por el ser humano en hortalizas y frutales; además, actúan en los diversos ecosistemas terrestres, donde los afelínidos contribuyen a evitar que muchos hemípteros se conviertan en plagas.

Su utilización permite el ahorro de decenas de millones de dólares anuales, pues controlan plagas en cítricos y en otros cultivos, como el manzano, granado, olivos y hortalizas en campos e invernaderos. En México se han usado para el control biológico de hemípteros, que son plaga en los cultivos de cítricos, para lo cual en los últimos 60 años fueron introducidas 21 especies de afelínidos: 10 especies contra escamas, nueve especies contra mosquitas blancas y dos contra pulgones (Myartseva y Ruíz-Cancino 2000). Un ejemplo de la eficacia de esta familia en el control biológico de plagas en México fue la introducción de parasitoides de la mosca prieta de los cítricos, *Aleurocanthus woglumi*, desde el sureste de Asia. Los mejores resultados se obtuvieron con especies del género *Encarsia*. Cinco especies de *Encarsia* fueron introducidas a México, incluyendo a Jalisco. Huang y Polaszek (1998) aclararon que la especie de *Encarsia*, que atacaba la mosca prieta en el continente americano, era *Encarsia perplexa* (Huang y Polaszek 1998) y no *E. opulenta*, como se creía. Hasta el momento no se han efectuado estudios sobre la importancia cultural de estas avispas en el país.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Principales amenazas

No se están efectuando actividades específicas para proteger a los miembros de Aphelinidae en México. La abundancia y diversidad de las especies nativas es afectada por la destrucción y disminución de hábitats; algunas especies se han liberado a través de programas de control biológico institucionales o en liberaciones comerciales, por lo que su abundancia se ha visto favorecida en diversos cultivos o en invernaderos.

Conclusión y recomendaciones

Este trabajo es la primera contribución para conocer la fauna de Aphelinidae presente en la Estación de Biología de Chamela; sin embargo, en la actualidad se le dedica más tiempo a estudiar los afelínidos como agentes de control biológico y de control natural en el país y en el estado, que a la elaboración de inventarios y a la comprensión de su relevancia en los ecosistemas. Al abundar en dichos estudios se conocerá la importancia de Aphelinidae tanto por el control de insectos plaga en agroecosistemas y en ecosistemas naturales como por su papel en diversas cadenas tróficas terrestres, en las que estos enemigos naturales contribuyen a regular las poblaciones de insectos que se alimentan en las plantas silvestres o cultivadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Tamaulipas, a la Universidad Autónoma de Nuevo León y al proyecto "Taxonomía y ecología de fauna y micobiota en comunidades forestales y cultivos" de la Red de Cuerpos Académicos de PROMEP por el apoyo para la elaboración de este trabajo.

Referencias

Coronado-Blanco, J.M., E. Ruíz-Cancino y S.N. Myartseva. 2005. Chalcidoidea (Hymenoptera) de Tamaulipas, México (excepto Encyrtidae). En: *Biodiversidad Tamaulipeca* Vol. 1. L.L. Barrientos, A. Correa S., J.V. Horta y J. García J. (eds.). Dirección General de Educación Superior Tecnológica–Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamaulipas, México, pp. 156-160.

Gibson, G.A.P., J.T. Huber y J.B. Woolley. 1997. Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NRC *Research Press*, Ottawa.

Huang, J. y A. Polaszek. 1998. A revision of the Chinese species of *Encarsia* Foerster (Hymenoptera: Aphelinidae): parasitoids of whiteflies, scale insects and aphids (Hemiptera: Aphelinidae, Diaspididae, Aphidoidea). *Journal of Natural History* 32: 1825-1966.

Myartseva, S.N. y E. Ruíz-Cancino. 2000. Annotated checklist of the Aphelinidae (Hymenoptera:Chalcidoidea) of Mexico. *Folia Entomológica Mexicana* 109: 7-33.

Myartseva, S.N., E. Ruíz-Cancino y J.M. Coronado-Blanco. 2012. Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de importancia agrícola en México. Revisión y claves. Serie Avispas Parasíticas de Plagas y otros Insectos No. 8. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Noyes, J.S. 2012. Universal Chalcidoidea database. En: <*www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html*>, última consulta: 28 de marzo de 2013.

Polaszek, A. 1991. Egg parasitism in Aphelinidae (Hymenoptera, Chalcidoidea) with special reference to *Centrodora* and *Encarsia* species. *Bulletin of Entomological Research* 81(1): 97-106.

Rose, M. 2000. *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) reared from *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Homoptera: Aleyrodidae) in the Americas. *Vedalia* 7(1): 3-46.

Vega-Rivera, J.H., F.A. Noguera y A.N. García-Aldrete. 2002. Conclusiones. En: *Historia natural de Chamela.* F. A. Noguera, J.H. Vega-Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avendaño (eds.). Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 561-563.

Yu, D.S., C. Van Achterberg y K. Horstmann. 2012. World Ichneumonoidea. Taxapad. Taxonomy, Biology, Morphology and Distribution. Canadá. CD.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Avispas parasíticas de la familia Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea)

Enrique Ruíz Cancino, Vladimir Alexandrovich Trjapitzin, Alejandro González Hernández, Juana María Coronado Blanco y Svetlana Nikolaevna Myartseva

Introducción

La familia Encyrtidae es un grupo de avispas parasíticas que han sido utilizadas, de forma exitosa, para controlar plagas agrícolas. Desafortunadamente, poco se conoce acerca de las especies de esta familia en Jalisco, por lo que el presente estudio compila la información de los géneros, especies de la familia Encyrtidae registrada para la entidad. Los registros encontrados pertenecen al Museo de Insectos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) y al Museo Entomológico de la Universidad de California en Riverside, Estados Unidos de América.

Diversidad

Trjapitzin y Ruíz-Cancino (1995) publicaron la primera lista comentada de los 85 géneros de encírtidos registrados para el país. González y Woolley (2001) publicaron una relación de 133 géneros de Encyrtidae de México, en la que indicaron también su distribución a escala estatal.

En el año 2004 se habían registrado 156 géneros y 164 especies de encírtidos para México (Trjapitzin *et al.* 2004), los géneros con más especies son *Anagyrus* (27), *Metaphycus* (12), *Aenasius* (8), *Psyllaephagus* (6), *Acerophagus* (5) y *Holcencyrtus* (5); también indicaron que los estados con más registros son Tamaulipas, Nuevo León y Veracruz, y mencionaron que puede haber alrededor de mil especies de Encyrtidae en México, en las que se consideran el número de géneros, la cantidad de especies sin identificar y la carencia de estudios a largo plazo sobre esta familia en gran parte del país. Posteriormente, Trjapitzin y colaboradores (2008b) publicaron las claves taxonómicas de 154 géneros de encírtidos de México.

Para el estado se cuentan 74 géneros y 30 especies identificadas de Encyrtidae (apéndice 27). El género con varias especies identificadas es *Anagyrus*, que también es el género con más especies en México, además de *Cheiloneurus* con dos (de acuerdo con Trjapitzin *et al.* 2004, 2008a).

Distribución

La familia Encyrtidae tiene una amplia distribución. De las 164 especies registradas para México, 38 se encuentran en la región Neotropical, 29 en las regiones Neotropical y Neártica, 17 son cosmopolitas o de amplia distribución, 17 neotropicales, neárticas y caribeñas, y ocho neotropicales y caribeñas; las demás especies presentan distintas combinaciones con elementos holárticos, orientales, oceánicos y/o afrotropicales. En el cuadro 1 se muestra la distribución de las 30 especies identificadas para Jalisco.

En un bosque tropical caducifolio de San Buenaventura, Jalisco, durante un año (1996 a 1997), Rodríguez-Vélez *et al.* (2011) colectaron con trampas malaise 15 especies de Encyrtidae,

Ruíz-Cancino, E., V.A. Trjapitzin, A. González-Hernández, J.M. Coronado-Blanco y S.N. Myartseva. 2017. Avispas parasíticas de la familia Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 228-231.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Distribución geográfica de las 30 especies de Jalisco a nivel mundial.

Nombre científico	Distribución
Acerophagus flavidulus	Estados Unidos, México, Argentina y Chile
Adelencyrtus odonaspidis	Continente Americano, África, India, China, Japón
Aenasius advena	Continente Americano, África, Asia, Hawaii
Agarwalencyrtus citri	México, sur de África, Asia
Ageniaspis citricola	Continente Americano, región Mediterránea, África, Asia, Australia. Introducida de Florida, EU, para el control del minador de la hoja de los cítricos. (Se describió de Vietnam).
Anagyrus aper	Continente Americano
Anagyrus insolitus	Continente Americano
Anagyrus lopezi	Continente Americano, África
Anagyrus myrtesae	Continente Americano
Anagyrus paralia	Continente Americano
Anagyrus phya	Continente Americano
Anagyrus diversicornis	Continente Americano, India y Bangladesh
Anagyrus pseudococci	Continente Americano, Europa, África, Asia
Anagyrus tyana	Continente Americano
Archinus occupatus	México, Costa Rica, Granada, Trinidad y Tobago
Avernes gela	Continente Americano
Cheiloneurus claviger	México, Europa, Egipto, Asia
Cheiloneurus elegans	Continente Americano, Europa, Nigeria, Asia
Copidosoma floridanum	Cosmopolita
Dicarnosis ripariensis	Continente Americano
Encyrtus aurantii	Cosmopolita
Helegonatopus pseudophanes	Continente Americano y Hawaii
Homalotylus brevicauda	México
*Homalotylus mexicanus**	Continente Americano
Ooencyrtus pityocampae	México, región Mediterránea, Irán
Prochiloneurus bolivari	México, Europa, África, Asia
Psyllaephagus bliteus	Estados Unidos y México, fue introducida desde Australia para el control de la conchuela del eucalipto
Psyllaephagus yaseeni	Continente Americano y Hawaii
Rhytidothorax marlatti	Continente Americano
Trjapitzinellus microrphanos	Continente Americano

*Registrada sólo para México. Fuente: Trjapitzin *et al.* 2008b, Noyes 2015.

además de otras 46 morfoespecies. Las especies determinadas fueron *Acerophagus flavidulus, Adelencyrtus odonaspidis, Aenasius advena, Agarwalencyrtus citri, Ageniaspis citricola, Anagyrus lopezi, Anagyrus pseudococci, Archinus occupatus, Copidosoma floridanum, Cheiloneurus claviger, Cheiloneurus elegans, Homalotylus brevicauda, Ooencyrtus pityocampae* y *Prochiloneurus bolivari* mientras que obtuvieron otros 10 géneros: *Adelencyrtus, Agarwalencyrtus, Ageniaspis, Eucoccidophagus, Holcencyrtus, Homalotyloidea, Mucrencyrtus, Pseudococcobius, Syrphophagus* y *Trechnites*.

Importancia ecológica, económica y cultural

Esta familia es un grupo con importancia económica, porque muchas de sus especies han sido utilizadas con éxito contra insectos plaga en diversos países. Al igual que otros grupos de parasitoides, las larvas de los encírtidos se alimentan del cuerpo de sus hospederos y le impiden continuar con su desarrollo, emergiendo así la nueva generación de avispas en lugar de la plaga. Además, forman parte de una amplia red trófica que involucra plantas, insectos o garrapatas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En México, los encírtidos se han estudiado desde el punto de vista de su importancia agrícola, Trjapitzin y Ruíz-Cancino (2000) citan 14 especies relevantes (*Aenasius flandersi, Anagyrus saccharicola, Anagyrus shahidi, Apoanagyrus lopezi, Apoanagyrus trinidadensis, Arrhenophagus chionaspidis, Blepyrus insularis, Coccidoxenoides peregrinus, Comperiella bifasciata, Copidosoma floridanum, Leptomastidea abnormis, Pseudaphycus utilis, Psyllaephagus gyces* y *Psyllaephagus pilosus*) en el control biológico de plagas de cítricos, caña de azúcar, pastos, aguacate, guayaba, eucaliptos y algunas hortalizas. El cuadro 2 incluye la lista de hospederos de algunas especies que se encuentran en Jalisco. Varias especies de parasitoides pueden utilizarse en el control biológico de plagas en Jalisco, ya que se considera que la entidad cuenta con todos los cultivos y plagas importantes en los que se han usado en otros estados del país o en otros países americanos (cuadro 3).

Situación y estado de conservación

De las 164 especies registradas para México sólo 34 se distribuyen exclusivamente en el país, por lo que se consideran endémicas. Jalisco no cuenta con información sobre la situación y estado de conservación de las 30 especies.

Conclusión y recomendaciones

En Jalisco es incipiente el conocimiento de los encírtidos, por lo que es necesario estudiar el material ya obtenido y colectar en más localidades representativas del estado, que es muy importante desde el punto de vista biológico y económico, y así lograr una mayor utilización de estos insectos benéficos.

Cuadro 2. Encírtidos de Jalisco y sus hospederos en México.

Encírtido	Hospedero
Ageniaspis citricola	Minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella*
Copidosoma spp.	*Spodoptera exigua* y *Autographa* sp. (Noctuidae) Larva en *Brassica* *Raparna melanospila* (Noctuidae)
Copidosoma floridanum	*Trichoplusia ni* y *Trichoplusia includens* (Noctuidae)
Homalotylus mexicanus	Larva de Coccinellidae sobre *Schinus terebinthifolia*
Ooencyrtus spp.	Huevos de *Arvelius bipunctatus* (Pentatomidae) en tomate cherry Huevos de *Datana integerrima* (Lepidoptera: Notodondidae) Huevos de Heteroptera en *Citrus*
Psyllaephagus bliteus	Cría masiva y liberación para el control biológico de *Glycaspis brimblecombei* en *Eucalyptus camaldulensis*
Rhopus spp.	Escama algodonosa de los pastos *Antonina graminis*

Fuente: Trjapitzin *et al*. 2008b.

Cuadro 3. Lista de especies de encírtidos que pueden ser utilizados para control biológico en Jalisco.

Encyrtidae	Plagas	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Microterys nietneri	Escama suave café y otras escamas Coccidae en cítricos y otros cultivos	*Coccus hesperidum*
Metaphycus flavus	Escama piriforme en plantas ornamentales y en frutales	*Protopulvinaria pyriformis*
Metaphycus luteolus	Escama negra en frutales y ornamentales	*Saissetia oleae*
Comperiella bifasciata	Escama roja de California en cítricos y otros frutales y ornamentales	*Aonidiella aurantii*
Copidosoma floridanum	Falso medidor en hortalizas	*Trichoplusia ni*
Ageniaspis citricola	Minador de la hoja de los cítricos	*Phyllocnistis citrella*

Fuente: Trjapitzin y Ruíz-Cancino 2000, Trjapitzin *et al*. 2008a, 2008b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Tamaulipas, CONACYT, COTACYT y a PROMEP (Red de Cuerpos Académicos "Taxonomía y ecología en comunidades forestales y cultivos") por el apoyo para la elaboración de este trabajo.

Referencias

González, H.A. y J.B. Woolley. 2001. Identificación y distribución de los géneros de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en México. UANL/CONABIO. México. CD.

Noyes, J.S. 2015. Universal Chalcidoidea database. En: <*www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html*>, última consulta: 20 de enero de 2016.

Rodríguez-Vélez, B., S. Zaragoza-Caballero, F.A. Noguera, *et al.* 2011. Diversidad de avispas parasitoides de la familia Encyrtidae (Hymenoptera: *Chalcidoidea*) del bosque tropical caducifolio en San Buenaventura, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:836-843.

Trjapitzin, V.A. y E. Ruíz-Cancino. 1995. Annotated check-list of encyrtids (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) of Mexico. *Folia Entomológica Mexicana* 94:7-32.

—. 2000. Encírtidos (Hymenoptera:Encyrtidae) de importancia agrícola en México. *Serie Publicaciones Científicas CIDAFF-UAT (Cd. Victoria, Tamaulipas, México)* 2:1-162.

Trjapitzin, V.A., E. Ruíz-Cancino y J.M.A. Coronado-Blanco. 2004. Encyrtidae (Hymenoptera). En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México* Vol. IV. J. Llorente B., J. J. Morrone, O. Yáñez O. e I. Vargas F. (eds.). UNAM/CONABIO. México, pp. 735-742.

—. 2008a. *Microterys nietneri* (Motschulsky, 1859), parasitoide eficiente de Coccidae, especialmente en cítricos. *Serie Avispas Parasíticas de Plagas y otros Insectos* 5: 1-114.

Trjapitzin, V.A., S.N. Myartseva, E. Ruíz-Cancino y J.M.A. Coronado-Blanco. 2008b. *Clave de géneros de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de México y un catálogo de las especies.* Editorial Planea. México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Avispas parasitarias de la familia Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea)

Juana María Coronado Blanco, Enrique Ruíz Cancino, Andrey Ivanovich Khalaim, Alejandro González Hernández y José Luis Navarrete Heredia

Diversidad

Wharton y Mercado (2000) publicaron un capítulo acerca de los bracónidos de México, incluyeron la historia taxonómica de la familia, datos sobre su diversidad y endemismo, patrones de distribución, así como la relación de 229 géneros. Mientras que Coronado-Blanco *et al.* (2004) reportaron 355 especies para el país.

Los géneros que reportan Wharton y Mercado (2000) corresponden solamente a cinco colecciones revisadas, una de Canadá, Canadian National Collection (CNCI); dos de Estados Unidos de América, Texas A&M University (TAMU) y American Entomological Institute (AEIC); y dos de México, Estación de Biología Chamela (EBCC) y Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), por lo que esta cantidad se ha ido incrementando al aumentar el estudio de otras colecciones y de lo obtenido en otras regiones del país (Coronado-Blanco *et al.* 2004).

Para Jalisco se realizó una revisión de la literatura publicada para concentrar la información de los bracónidos registrados en la entidad. Hasta el momento se han reportado 21 subfamilias, 69 géneros y 107 especies (apéndice 28). La síntesis de las investigaciones realizadas se muestra en el cuadro 1.

Los especímenes están depositados en la Colección de Hymenoptera del Museo de Insectos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias (antes Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y en la Colección de Insectos Benéficos de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), los cuales fueron determinados mediante las claves taxonómicas de Wharton *et al.* 1998. En el apéndice 29 se resumen los géneros de bracónidos, así como las familias, géneros y especies de sus hospederos.

Importancia ecológica, económica y cultural

Es un grupo importante en el control biológico natural y aplicado de muchas plagas de importancia económica, principalmente de lepidópteros, coleópteros, dípteros y pulgones. Los bracónidos constituyen una familia de avispas parasitoides que atacan desde los huevecillos hasta los adultos de varias especies de insectos con metamorfosis completa e incompleta (figura 1). Estos hospederos pertenecen principalmente a las órdenes Hemiptera (cigarras, pulgones y chinches), Lepidoptera (mariposas y polillas), Coleoptera (escarabajos) y Diptera (moscas y moquitos), cuyas poblaciones se regulan por la interacción con los bracónidos en los ecosistemas. Dicha familia se ha utilizado con éxito en el control biológico de plagas en bosques, frutales, hortalizas y cultivos básicos; por ejemplo, *Diachasmimorpha longicaudata* es reproducida en México para controlar las moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Coronado-Blanco *et al.* 2005).

Coronado-Blanco, J.M., E. Ruíz-Cancino, A.I. Khalaim, A. González-Hernández y J.L. Navarrete-Heredia. 2017. Avispas parasitarias de la familia Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II*. CONABIO. México, pp. 232-235.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Investigaciones llevadas a cabo en el estado.

Referencia	Información obtenida
Wharton 1986	Se registran dos especies de *Alysia*.
Ayala *et al*. 1991	En su trabajo sobre la colección entomológica de la Estación de Biología Chamela, señala que "los grupos de himenópteros parasitoides como *Ichneumonidae*, *Braconidae*, *Chalcididae*, etc., están muy poco representados", por lo que no anotaron los números de géneros y especies
Rivera 1991	En su reporte acerca de la colección entomológica del laboratorio natural Las Joyas de la sierra de Mazatlán, Jalisco, indica la presencia de 15 familias y siete géneros de *Hymenoptera*, sin indicar los nombres
Berta 1998	Incluye tres especies de *Cremnops* para el estado
Molina *et al*. 2001	Registraron a dos especies del género *Chelonus* y una del género *Meteorus* como parasitoides del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
Ruíz-Cancino y Coronado-Blanco 2002	Reportaron a *Idiasta euryzona* al señalar que también se encuentra en Tamaulipas, así como en el centro y este de Estados Unidos y el sureste de Canadá
González *et al*. 2003	Incluyen información de 45 géneros para Jalisco en su catálogo ilustrado de Braconidae de México en versión CD
Coronado-Blanco *et al*. 2004	Reportaron 20 especies en seis subfamilias: ocho Blacinae, seis Agathidinae, tres Cheloninae, uno Braconinae, uno Cardiochilinae y uno Helconinae
Pucci y Sharkey 2004	Incluye cinco especies de *Agathirsia* para Jalisco
Coronado-Blanco *et al*. 2007	Indicaron la presencia de 45 géneros
López *et al*. 2010	Incluye la descripción de *Leluthia danielensis*
Martínez y Zaldívar 2010	Describen una nueva especie de *Neoheterospilus* de Chamela, Jalisco
Figueroa *et al*. 2011	Se describen dos nuevas especies de *Crassomicrodus*, una de ellas dedicada al estado: *C. jalisciensis*
Zaldívar *et al*. 2012	Se describen dos especies del género *Heerz* de Jalisco y se incluye la descripción de una nueva especie de *Ondigus*
Martínez y Zaldívar 2013	Incluye la descripción de seis nuevas especies del género *Allorhogas*, una de ellas nombrada *A. jaliscoensis*
Belokobylskij y Zaldívar-Riverón 2014	Describen a *Spathius chamelae*
Belokobylskij *et al*. 2014	Describen a *Monarea fridae con paratipos* de Chamela
Fernández-Triana *et al*. 2014	Incluyen a dos especies de *Apanteles* de Jalisco
Reséndez-Flores *et al*. 2014	Incluyen a dos especies de *Notiospathius*

Fuente: elaboración propia a partir los datos de las referencias indicadas.

Figura 1. Cheloninae (Hymenoptera: Braconidae). Foto: Juana María Coronado Blanco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estado de conservación y amenazas

No se ha estudiado la situación de los bracónidos en la entidad y se desconoce su estado de conservación. La principal amenaza que afecta a las poblaciones de bracónidos en la entidad es la destrucción de hábitats, especialmente de selvas y bosques.

Conclusión y recomendaciones

El conocimiento actual de los bracónidos de Jalisco comprende el registro de 69 géneros y 107 especies, la colecta y estudio de este importante grupo son necesarios en la región, ya que tienen la finalidad de contar con un mayor número de prospectos para el control biológico de insectos plaga. Un plan estatal adecuado del manejo de la vegetación en el estado puede contribuir a conservar mejor a estas avispas benéficas, si incluye la conservación y el manejo de sus principales tipos de vegetación.

Agradecimientos

Al CONACYT, COTACYT y a la UAT, por su apoyo a diversos proyectos. A PROMEP, por su apoyo al proyecto "Taxonomía y ecología de fauna y micobiota en comunidades forestales y cultivos".

Referencias

Ayala, R., F.A. Noguera, E. Ramírez y A. Rodríguez. 1991. La colección entomológica regional de la Estación de Biología Chamela. En: *Colecciones entomológicas de México: objetivos y estado actual.* S. Anaya R., F. Cervantes M., R. Peña M., *et al* (eds.). Sociedad Mexicana Entomología. México, pp. 308-322.

Belokobylskij, S.A. y A. Zaldívar-Riverón. 2014. The genus Spathius Nees (Hymenoptera, Braconidae, Doryctinae) in Mexico: occurrence of a highly diverse Old World taxon in the Neotropics. *ZooKeys* 427:59–73.

Belokobylskij, S.A., A. Zaldívar-Riverón y J. Coronado-Blanco. 2014. Phylogenetic affinities of Monarea Szépligeti, 1904 (Hymenoptera: Braconidae, Doryctinae, with description of a new species from Mexico . *ZooKeys* 3795(4):421–430.

Berta de Fernández, D.C. 1998. Contribución al conocimiento del género *Cremnops* Foerster, 1862 (Braconidae, Agathidinae) en la región Neotropical. *Acta Zoológica lilloana* 44(1): 231–287.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Red mundial de información sobre biodiversidad. En: <*http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib_esp.html*>, última consulta: 6 de febrero de 2013.

Coronado-Blanco, J.M. 2011. *Braconidae (Hymenoptera) de Tamaulipas, México.* Editorial Planea. México.

Coronado-Blanco, J.M. y E. Ruíz. 2007. Cardiochilinae (Hymenoptera: Braconidae) en el Museo de Insectos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Memoria xxx Congreso Nacional de Control Biológico. México, pp. 265-268.

Coronado-Blanco, J.M., E. Ruíz y S. E. Varela. 2004. Adenda a Braconidae (Hymenoptera). En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México.* J.E. Llorente B., J.J. Morrone, O. Yáñez O. e I. Vargas F. (eds.). Vol. IV. UNAM. México. pp. 713-720.

Coronado-Blanco, J.M., E. Ruíz, J. A. Martínez y J.V. Horta. 2005. Listado preliminar de los bracónidos (Hymenoptera) de Tamaulipas, México. En: *Biodiversidad tamaulipeca.* L. Barrientos L., A. Correa S., J. V. Horta V. y J. García J. (eds.). Vol. 1. DGEST-ITCV. México, pp. 151-155.

Coronado-Blanco, J.M., A. González -Hernández, E. Ruíz y J. L. Navarrete. 2007. Géneros de Braconidae (Hymenoptera) de Jalisco, México y sus hospederos. *Memorias.* Simposio de Zoología. G.A. Quiroz Rocha y M. Mora Núñez (eds.) 15-19 de octubre del 2007. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México, pp. 11.

Fernández-Triana, J.L., J.B. Whitfield, J.J. Rodriguez, *et al.* 2014. Review of Apanteles sensu stricto (Hymenoptera, Braconidae, Microgastrinae) from Area de Conservación Guanacaste, northwestern Costa Rica, with keys to all described species from Mesoamerica. *ZooKeys* 383: 1-565.

Figueroa, J.I., M.J. Sharkey, J. Romero, *et al.* 2011. Revision of the new world genus *Crassomicrodus* Ashmead (Hymenoptera, Braconidae, Agathidinae), with an identification key to species. *ZooKeys* 142: 27-75.

González, H.A., R.A. Wharton, J.A. Sánchez, *et al.* 2003. *Catálogo ilustrado de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en México.* UANL. México. CD.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

López, M.V., J.I. Figueroa, J. Sharkey, *et al.* 2010. A new species of *Leluthia* (Braconidae: Doryctinae) from Mexico. *Journal of the Kansas Entomological Society* 83(4): 283-287.

Martínez, J.J. y A. Zaldívar. 2010. A new species of *Neoheterospilus* (Hymenoptera: Braconidae: Doryctinae) from Chamela, Jalisco, Mexico. *Journal of Hymenoptera Research* 19(2):217-222.

Martínez, J.J. y A. Zaldívar. 2013. Seven new species of *Allorhogas* (Hymenoptera: Braconidae: Doryctinae) from Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 117-139.

Molina, O.J., J.E. Carpenter, R. Lezama, *et al.* 2004. Natural distribution of hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Mexico. *Florida Entomologist* 87(4): 461-472.

Molina, O.J., J.J. Hamm, R. Lezama, *et al.* 2001. A survey of Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids in the Mexican states of Michoacán, Colima, Jalisco and Tamaulipas. *Florida Entomol*ogist 84 (1): 31-36.

Pucci, T. y M. Sharkey. 2004. A revision of *Agathirsia* Westwood (Hymenoptera: Braconidae: Agathidinae) with notes on mouthpart morphology. *Journal of Hymenoptera Research* 13(1): 64-107.

Reséndiz-Flores, A., J.F. Nunes, M. García-París y A. Zaldívar-Riverón. 2014. Six new species of the parasitoid wasp genus Notiospathius (Hymenoptera: Braconidae: Doryctinae) from Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:391-401.

Rivera, L.E. 1991. La colección entomológica del laboratorio natural "Las Joyas" de la sierra de Manantlán. En: *Colecciones entomológicas de México: objetivos y estado actual.* S. Anaya R., F. Cervantes M., R. Peña M., *et al.* (eds.).. Sociedad Mexicana de Entomología. México, pp. 300-307.

Ruíz-Cancino, E. y J.M. Coronado-Blanco. 2002. Artrópodos terrestres de los estados de Tamaulipas y Nuevo León, México. Serie Publicaciones Científicas CIDAFF-UAT No. 4. México.

Wharton, R.A. 1986. The braconid genus *Alysia* (Hymenoptera): description of the subgenera and a revision of the subgenus *Alysia*. *Systematic Entomology* 11: 453-504.

Wharton, R.A. e I. Mercado. 2000. Braconidae (Hymenoptera). En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México.* J. Llorente B., E. González S. y N. Papavero (eds.). Vol. II. UNAM. México, pp. 635-647.

Wharton, R.A., P.M. Marsh y M.J. Sharkey (eds.). 1998. Manual para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del Nuevo Mundo. Internacional Society of Hymenopterists Special publication No. 1. Washington.

Yu, D.S., C. Van Achterberg y K. Horstmann. 2012. World Ichneumonoidea 2011. Taxonomy, biology, morphology and distribution. Taxapad CD. Vancouver. Canadá.

Zaldívar, R.A., J. J. Martínez, F. S. Ceccarelli y S. R. Shaw. 2012. Five new species of the genera *Heerz* Marsh, *Lissopsius* Marsh and *Ondigus* Braet, Barbalho and van Achterberg (Braconidae, Doryctinae) from the Chamela-Cuixmala biosphere reserve in Jalisco, Mexico. *Zooyeys* 164: 1-23.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Versión gratuita
Prohibida su venta

Avispas parasíticas de la familia Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea)

Enrique Ruíz Cancino, Andrey Ivanovich Khalaim, Dmitri Rafaelevich Kasparyan, Juana María Coronado Blanco, Alejandro González Hernández y José Luis Navarrete Heredia

Descripción

Los miembros de esta familia son avispas parasitoides que van de tamaño pequeño (1 mm) hasta grande (140 mm), aunque la mayoría mide entre 10 y 20 mm (figura 1). Atacan a otros insectos, especialmente de los órdenes Lepidoptera (mariposas), Coleoptera (escarabajos), Diptera (moscas) e Hymenoptera (hormigas, abejas y avispas), además de que las larvas de algunos grupos se alimentan de arañas o de huevos de arañas o pseudoescorpiones.

Diversidad

Los ichneumónidos forman la familia con mayor número de especies dentro del orden Hymenoptera. A escala mundial se estiman más de 100 mil especies (Gauld 2000).

La entidad federativa más estudiada en el país es Tamaulipas, de la cual se han registrado más de 800 especies de esta familia (Ruíz-Cancino y Coronado-Blanco 2002, Kasparyan y Ruíz-Cancino 2005, 2008). Se calcula que

Figura 1. Avispa parasitoide (*Joppidium antennator*). Foto: Dmitri R. Kasparyan.

Ruíz-Cancino, E., A.I. Khalaim, D.R. Kasparyan, J.M. Coronado-Blanco, A. González-Hernández y J.L. Navarrete-Heredia. 2017. Avispas parasíticas de la familia Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 236-239.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Versión gratuita
Prohibida su venta

puede haber más de 2 mil en esa entidad, ya que debido a su localización, dicho estado presenta elementos neárticos y neotropicales. Varios autores (Kasparyan y Ruíz-Cancino 2004, 2005, 2008; Khalaimy Ruíz-Cancino 2009, 2012; Ruíz-Cancino *et al.* 2002, 2007) determinaron especies de Ichneumonidae en Jalisco. Se considera que debido a la extensión del estado, a la diversidad de su flora, de los hospederos de Ichneumonidae y que también presenta elementos neárticos y neotropicales, debe haber al menos mil especies de esta familia en la entidad. El cuadro 1 incluye el número de géneros, el número total de especies y el número de especies determinadas para la entidad. Aún se desconocen los hospederos de la mayoría de las especies registradas para Jalisco; sin embargo, algunos ejemplos conocidos se muestran en el cuadro 2.

Para este trabajo se realizó la determinación taxonómica del material de Jalisco depositado en tres colecciones del país.

1. El Museo de Insectos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias (UAT) en Ciudad Victoria, Tamaulipas.
2. La Colección de Himenópteros de la Facultad de Ciencias Biológicas (UANL) en San Nicolás, Nuevo León.
3. La Colección Entomológica del Centro de Estudios en Zoología (UDG) en Zapopan, Jalisco.

Cuadro 1. Número de géneros, total de especies y de especies determinadas en colecciones científicas.

Subfamilias	Géneros	Especies	Especies determinadas
Cryptinae	20	36	25
Campopleginae	6	6	1
Anomaloninae	5	8	5
Banchinae	5	8	7
Ichneumoninae	5	5	2
Cremastinae	4	11	4
Ophioninae	4	5	2
Metopiinae	4	4	1
Tryphoninae	3	6	4
Pimplinae	3	6	3
Diplazontinae	2	4	4
Labeninae	2	4	2
Ctenopelmatinae	1	2	2
Lycorininae	1	2	1
Mesochorinae	1	2	0
Brachycyrtinae	1	1	1
Orthocentrinae	1	1	0
Total	**68**	**111**	**64**

Fuente: Kasparyan y Ruíz-Cancino 2004, 2005, 2008; Khalaim y Ruíz-Cancino 2009, 2012; Ruíz-Cancino *et al.* 2002, 2007.

Se anotaron los registros de ichneumónidos de Jalisco previamente publicados. Se utilizaron las claves de Townes y Townes (1966), Ruíz-Cancino (1998), Gauld (2000), Kasparyan y Ruíz-Cancino (2005, 2008), y el material de referencia del Museo de Insectos de la UAT para determinar géneros y especies.

Cuadro 2. Ichneumonidae y sus hospederos.

Ichneumonidae	Hospedero		
Nombre científico	**Nombre común**	**Nombre científico**	**Referencia**
Toechorychus abactus	Avispa	*Mischocyttarus pallidipectus*	Ruíz-Cancino 1988
Campoletis flavicincta	Gusano cogollero	*Spodoptera frugiperda*	Molina *et al.* 2004
Ophion flavidus			
Pristomerus spinator			
Gambrus ultimus	Gusano oriental de la fruta	*Grapholita molesta*	Kasparyan y Ruíz-Cancino 2005
	Enrollador de la hoja de la fresa	*Ancylis comptana*	
	Palomilla de las uvas	*Paralobesia viteana*	
	Falso medidor de los pastos	*Mocis latipes*	
	Gusano barrenador europeo del maíz	*Ostrinia nubilalis*	
	Falso medidor de la col	*Trichoplusia ni*	
	Gusano rosado del algodonero	*Pectinophora gossypiella*	
	Picudos de la alfalfa	*Hypera brunneipennis*	
		Hypera eximia	

Fuente: elaboración propia a partir los datos de las referencias indicadas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Versión gratuita
Prohibida su venta

Se identificaron especímenes de 17 subfamilias, 68 géneros y 111 especies (64 determinadas) de Ichneumonidae de Jalisco (apéndice 30). Los géneros con mayor diversidad son *Compsocryptus* y *Joppidium* (6 especies), *Eiphosoma* (5), *Exetastes* y *Neotheronia* (4), *Diapetimorpha*, *Diplazon*, *Labena*, *Netelia* y *Pristomerus* (3). La mayoría han sido colectadas solamente en una o dos localidades del estado.

Distribución

Están presentes en casi todos los ambientes terrestres, aunque prefieren los tropicales húmedos o los templados húmedos. Se han reportado nueve especies exclusivamente en Jalisco y otras nueve sólo en la república mexicana. El resto se encuentra principalmente en Estados Unidos de América (33 especies) y Centroamérica (26). En el apéndice 31 se resume la distribución nacional y mundial de las especies presentes en Jalisco; se anotan primero los que sólo se han reportado para el estado, después los que existen en otras entidades y, enseguida, los que se registran de otros países.

Importancia ecológica, económica y cultural

Es considerable su contribución al control natural de las poblaciones de otros insectos. Se han utilizado con éxito en el control biológico de plagas en muchos países, especialmente en zonas de bosques y en frutales de climas templados, pero no en Jalisco. El estado cuenta con un recurso natural valioso que no ha sido aprovechado y que sería útil para controlar algunas plagas agrícolas, hortícolas y forestales. El aspecto cultural de los ichneumónidos no se ha estudiado en México; sin embargo, en otros países se han usado en sellos postales.

Situación y estado de conservación

No se ha evaluado la situación actual y el estado de conservación de las poblaciones de ichneumónidos en la entidad, ya que los estudios son incipientes. Estas avispas benéficas presentan especies endémicas o con baja tasa reproductiva que están siendo afectadas en los sitios donde se han presentado incendios y deforestación en amplias extensiones de terreno.

Amenazas y acciones de conservación

Los ichneumónidos, al igual que otros grupos de enemigos naturales, están siendo afectados por la deforestación, incendios y simplificación del hábitat en diversas áreas de Jalisco. Cuatro especies de ichneumónidos, (cuadro 2), pueden utilizarse en el control biológico de plagas presentes en la entidad. Las acciones de conservación para estos enemigos naturales incluyen principalmente la conservación del hábitat y evitar el uso de insecticidas de amplio espectro para ofrecer a las avispas un mejor ambiente en los agroecosistemas, y que así puedan efectuar su labor de control de plagas. Por lo anterior, es necesario estudiar a las avispas Ichneumonidae en Jalisco para conocer mejor la biodiversidad con que cuenta y para utilizar este recurso natural en programas de control biológico de plagas.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Universidad Autónoma de Nuevo León y a la Universidad de Guadalajara por estudiar sus colecciones y por la ayuda parcial para la realización de este trabajo. Al PROMEP por su apoyo a la Red de Cuerpos Académicos "Sistemática y ecología en comunidades forestales y cultivos".

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Versión gratuita
Prohibida su venta

Referencias

Diller, E y K. Schoenitzer. 2009. The distribution of Neotropical Phaeogenini of the genus *Dicaelotus* Wesmael, 1845 with descriptions of new taxa (Insecta, Hymenoptera, Ichneumonidae, Ichneumoninae, Phaeogenini). *Linzer Biologische Beitraege* 41:1089-1102.

Gauld, I.D. 2000. The Ichneumonidae of Costa Rica, 3. Memoirs of the American Entomological Institute 63. Gainesville, Fla.

Kasparyan, D.R. y E. Ruíz-Cancino. 2001. Review of the Mexican species of the genus *Corsoncus* Townes (Hymenoptera: Ichneumonidae: Anomaloninae). *Russian Entomology Journal* 10(2):159-162.

Kasparyan, D.R. y E. Ruíz-Cancino. 2004. Adenda a Ichneumonidae (Hymenoptera). En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México*, Vol. IV. J.E. Llorente B., J.J. Morrone, O. Yáñez O. e I. Vargas F. (eds.) UNAM/CONABIO. México, pp. 721-723.

—. 2005. Avispas parasíticas de plagas y otros insectos. Cryptini (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) de México. Parte I. UAT-BUAP. México.

—. 2008. Cryptini (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) de México. Parte II. Serie Avispas parasíticas de plagas y otros insectos. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México.

Khalaim, A.I. y E. Ruíz-Cancino. 2009. Mexican species of *Labena* (Cresson) (Hymenoptera, Ichneumonidae) with description of a new species. *Zookeys* 5:65-74.

—. 2012. Mexican species of *Exetastes* (Hymenoptera: Ichneumonidae: Banchinae), with description of three new species. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83 (2): 370-379.

Khalaim, A.I., E. Ruíz-Cancino y J.M. Coronado B. 2012. A new genus and species of Metopiinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Mexico. *Zookeys* 207: 1-10.

Luhman, J. 1991. A revision of the world *Amphibulus* Kriechbaumer (Hymenoptera: Ichneumonidae, Phygadeuontinae). *Insecta Mundi* 5:129-152.

Molina, O.J., J.E. Carpenter, R. Lezama G., *et al.* 2004. Natural distribution of hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Mexico. *Florida Entomologist* 87(4):461-472.

Ruíz-Cancino, E. 1988. *Ichneumonidae (Hymenoptera) de Tamaulipas, Nuevo León y de otros estados de la república mexicana*. Tesis de doctorado en parasitología agrícola. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey.

—. 1998. Claves taxonómicas para la determinación de géneros de Ichneumonidae (Hymenoptera) de México. Informe final. Proyecto CONACYT. México.

Ruíz-Cancino, E. y J.M. Coronado-Blanco. 2002. Artrópodos terrestres de los estados de Tamaulipas y Nuevo León, México. Serie Publicaciones Científicas CIDAFF-UAT No. 4. México.

Ruíz-Cancino, E., D.R. Kasparyan y J.M. Coronado-Blanco. 2002. Ichneumonidae (Hymenoptera). En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. J.E. Llorente y J.J. Morrone (eds.), vol. III. UNAM/CONABIO. México, pp. 631-646.

Ruíz-Cancino, E., D.R. Kasparyan, J.M. Coronado-Blanco y J.L. Navarrete H. 2007. Nuevas especies de Ichneumonidae (Hymenoptera) del estado de Jalisco, México. Memorias IX Simposio de Zoología. Universidad de Guadalajara.

Townes, H.K. 1983. Revisions of twenty genera of Gelini (Ichneumonidae). Memoirs of the American Entomological Institute 35. Gainesville.

Townes, H. y M. Townes. 1966. A catalogue and reclassification of Neotropic Ichneumonidae. Memoirs of the American Entomological Institute 8. Gainesville.

Yu, D.S., C. Van Achterberg y K. Horstmann. 2012. World Ichneumonoidea. Taxapad. Taxonomy, Biology, Morphology and Distribution. Canadá. CD.

Zhaurova, K. y R. Wharton. 2009. A revision of *Physotarsus* Townes (Hymenoptera: Ichneumonidae: Ctenopelmatinae) with descriptions of 18 new species. *Zootaxa* 2207: 1-52.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Versión gratuita
Prohibida su venta

Polillas nocturnas de la subfamilia Arctiinae (Lepidoptera: Noctuidae)

Fernando Hernández Baz, María Cristina MacSwiney González y Miguel Ángel Morón Ríos

Descripción

Los lepidópteros, mejor conocidos como mariposas y polillas, constituyen el segundo orden de insectos más rico y diverso, ya que cuentan con cerca de 250 mil especies en todo el mundo (Scoble 1992). Los adultos se caracterizan básicamente por tener un exoesqueleto endurecido formado por una mezcla de quitina y esclerotina, su cuerpo está segmentado en tres grandes regiones: cabeza, tórax y abdomen, sus patas articuladas son largas y delgadas, sus dos pares de alas membranosas están recubiertas por escamas y la mayoría posee un aparato bucal en forma de espiritrompa para succionar líquidos. Las mariposas vuelan en días soleados, y las polillas, en donde se ubica a los Arctiinae, lo hacen preferentemente por la noche, aunque algunas especies prefieren las horas de crepúsculo y pocas lo hacen durante el día.

Los miembros de la subfamilia Arctiinae se caracterizan por ser mariposas de cuerpo robusto, con frecuencia cubierto de pilosidad, y con una expansión alar aproximada de 12 a 70 mm. La forma de sus alas es de tipo avispado o anchas, con tonos brillantes blancos, amarillos o anaranjados, pero también pueden ser negras o hialinas. Con frecuencia, su coloración es de advertencia y, en muchos casos, se mimetiza perfectamente con algunos otros insectos. Sus antenas pueden ser bipectinadas, ciliadas en los machos o simples en las hembras (figuras 1 y 2).

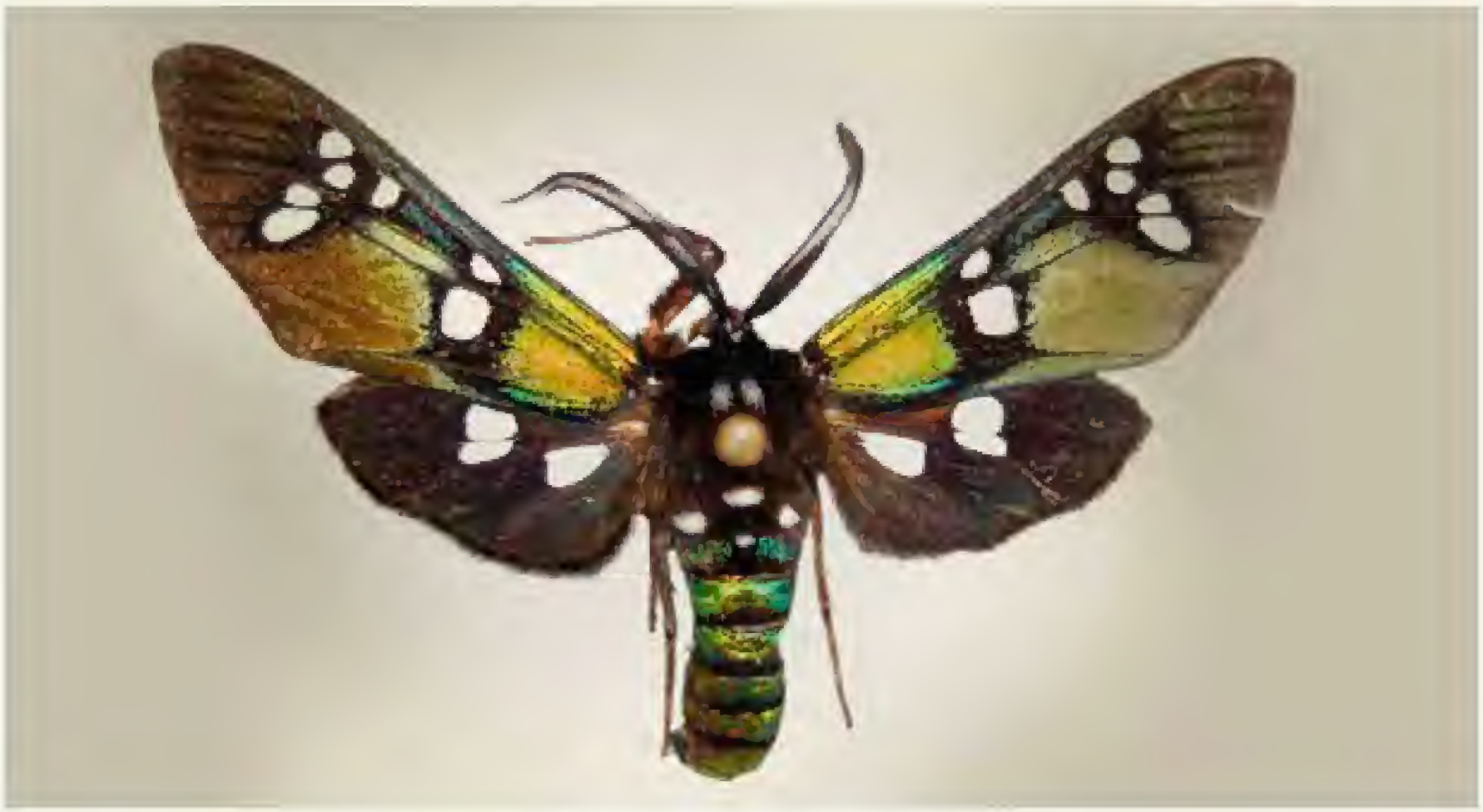


Figura 1. *Chrysocale principalis* (Arctiinae: Euchromiina). Foto: Fernando Hernández Baz.

Hernández-Baz, F., M.C. MacSwiney G. y M.A. Morón. 2017. Polillas nocturnas de la subfamilia Arctiinae (Lepidoptera: Noctuidae). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 240-243.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Versión gratuita
Prohibida su venta

Figura 2. *Sphecosoma felderi* (Arctinae: Euchromiina). Foto: Fernando Hernández Baz.

La literatura publicada se restringe a información relacionada con la biología de especies asociadas a cultivos agrícolas o especies forestales. En tanto que es prácticamente desconocida la biología de la mayoría de las especies de Arctiinae sin importancia económica. Las especies con valor agrícola (plagas y polinizadores) son multivoltinas (dos o más generaciones anuales) y polífagas; es decir, se alimentan de varias especies de plantas. Las hembras oviponen generalmente en el haz de las hojas, y los huevos pueden ser dispuestos en pequeños grupos, en fila o aislados.

Diversidad

Los Arctiinae incluyen cerca de 11 mil especies en todo el mundo (Watson y Goodger 1986), de las cuales, 658 están presentes en la república mexicana, de éstas, 62 especies se registran en un recuento preliminar de Jalisco (apéndice 32); es decir, 9.4% del total nacional (cuadro 1) (Beutelspacher 1995a, 1995b, 1996; Hernández-Baz 1992, 2012). Las publicaciones históricas y algunos arreglos taxonómicos de los Arctiinae para México no consideran a la subtribus Ctenuchina y Euchromiina o polillas avispas dentro de este grupo, pero en el presente análisis son incluidas con base en los criterios de Lafontaine y Fibinger (2006) (figura 3).

Distribución

La ubicación geográfica de México ha propiciado una interesante y diversa mezcla de elementos faunísticos y florísticos que concurren en su territorio procedentes de las dos grandes regiones del continente americano: la Neártica (Septentrional) y la Neotropical (Austral), por lo cual se ha denominado Zona de Transición Mexicana (ZTM) (Halffter 1976). Jalisco está situado en los límites más boreales de la región Neotropical.

No se conoce a detalle la distribución de las especies de Arctiinae en el estado debido, principalmente, a las reducidas investigaciones que se ha hecho acerca de este grupo. Es importante considerar que hay localidades preferentemente visitadas por los investigadores, como la estación de biología de Chamela, así como las áreas naturales protegidas sierra de Manatlán, Nevado de Colima,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Versión gratuita
Prohibida su venta

Cuadro 1. Comparación de especies de la subfamilia Arctiinae (Noctuidae) conocidas para México y Jalisco.

Arctiinae de México		Arctiinae de Jalisco Presente estudio		Referencia
Subfamilia	**Núm. de especies**	**Núm. de especies**	**%**	
Tribu Lithosiini	104	10	9.6	Beutelspacher 1995a, 1995b, 1996
Tribu Arctiini Subtribu Arctiina	272	28	10.3	
Subtribu Pericopina	42	1	2.3	
Subtribu Ctenuchina	128	7	5.5	Hernández-Baz 1992, 2012
Subtribu Euchromiina	112	16	14.2	
Total	**658**	**62**	**9.4**	

Fuente: elaboración propia a partir los datos de las referencias indicadas.

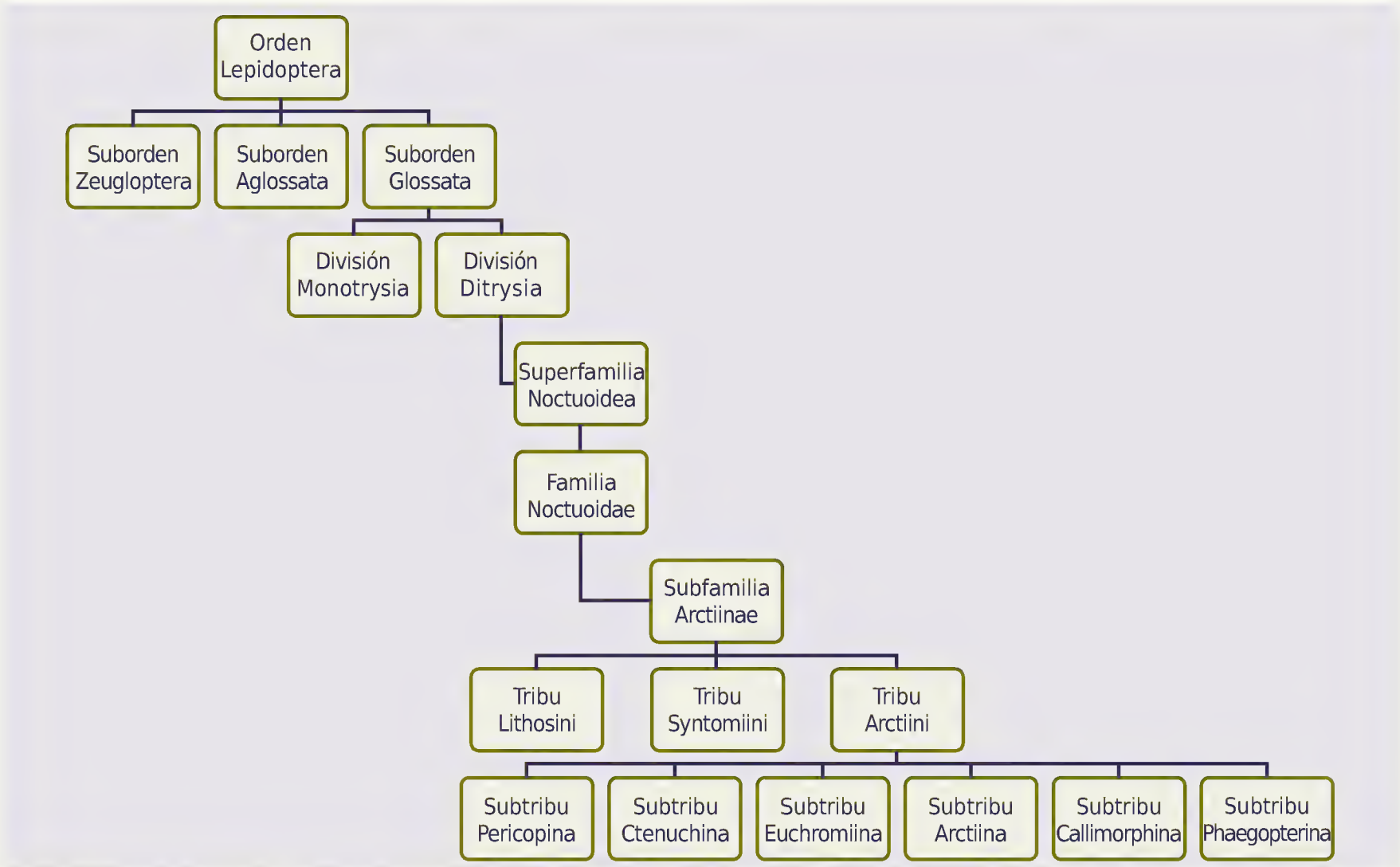


Figura 3. Clasificación de los Arctiinae (Noctuidae). Fuente: Lafontaine y Fibinger 2006.

bosque La Primavera, sierra de Quila, entre otras. En consecuencia, son pocos los ambientes naturales con registros de Arctiinae en Jalisco, entre los que se encuentran bosque tropical caducifolio, matorrales, así como los bosques de pino y encino, en el sentido propuesto por Rzedowski (1978).

Por consiguiente, falta mucho por conocer sobre este grupo para la entidad y, en especial, determinar la riqueza de las especies de "polillas tigre". La información que aquí se presenta es preliminar y puede confirmarse con los especímenes depositados en diversas colecciones nacionales y del extranjero.

Importancia ecológica y económica

Los lepidópteros constituyen una parte fundamental de los ecosistemas naturales y tienen una función muy activa, en estado adulto, al polinizar las flores. Al año 2015 no se cuenta con registros precisos sobre las poblaciones de las polillas avispa Ctenuchina y Euchromiina que indiquen los daños ocasionados a las áreas boscosas o agrícolas de Jalisco. Es importante destacar que, a la fecha, no se ha analizado la magnitud de las pérdidas económicas ocasionadas por estas palomillas en el estado.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Versión gratuita
Prohibida su venta

Situación y estado de conservación

No se encontraron estudios que avalen el estado de conservación de las poblaciones de mariposas nocturnas en general. Pero como una primera aproximación se presenta una lista preliminar de 62 especies de Arctiinae que puede incrementarse en los años venideros, cuando menos con unas 100 especies más; 14 de ellas son endémicas en México (aún no es posible indicar cuáles son endémicas a Jalisco) y de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies de mariposas Arctiinae tiene algún estado de protección.

Principales amenazas

Las principales amenazas para las mariposas Arctiinae y otros lepidópteros son la fuerte y constante presión antropogénica, sobre todo la contaminación, la alteración y pérdida de hábitat por deforestación para usos agrícolas, ganaderos y desarrollos habitacionales. Debido a la falta de información de este grupo, no es posible indicar qué áreas necesitan ser atendidas con prontitud, por lo que es indispensable elaborar un inventario completo de las polillas y su distribución en la entidad jalisciense.

Conclusión

La adecuada promoción de un inventario, lo más completo posible, de este grupo de polillas, sustentado en colectas científicas en los diversos ecosistemas a lo largo de varios años, con ejemplares de representación taxonómica y geográfica depositado en colecciones científicas institucionales dará la pauta para conocer, en primer lugar, la fauna de palomillas de Jalisco; después, la confirmación de especies endémicas y los ensambles específicos asociados a cada tipo de vegetación.

Debido a la importancia de estos organismos en la polinización se sugiere conservar todos los tipos de vegetación dominantes en las áreas naturales protegidas (ANP) de Jalisco, especialmente en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Sierra de Manantlán, islas Marietas y en el Parque Nacional Volcán Nevado de Colima.

Referencias

Beutelspacher, C.R. 1995a. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (I Parte) (Insecta: Lepidoptera). SHILAP. *Revista de Lepidopterología* 23(91):291-306.

—. 1995b. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (II Parte) (Insecta: Lepidoptera). SHILAP. *Revista de Lepidopterología* 23(92):379-409.

—. 1996. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (III Parte) (Insecta: Lepidoptera). SHILAP. *Revista de Lepidopterología* 24(93):55-80.

Halffter, G. 1976. Distribución de los insectos en la zona de transición mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomológica Mexicana* 35:1-64.

Hernández-Baz, F. 1992. Catálogo de los Ctenuchiidae (Insecta: Lepidoptera: Heterocera) de México. *Boletín Sociedad Mexicana de Lepidopterología, AC.* 2:19-47.

—. 2012. *Biogeografía y conservación de las polillas avispa de México (Lepidoptera: Erebidae: Arctinae Ctenuchina y Euchromiina).* Editorial Académica Española, Saarbrücken, Deutschland.

Lafontaine, J.D. y M. Fibiger. 2006. Revised higher classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). *Canadian Entomologist* 138: 610-635.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Limusa, México.

Scoble, M.J. 1992. *The Lepidoptera form, function and diversity.* The Natural History Museum and Oxford University Press.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Watson, A. y D.T. Goodger, 1986. Catalogue of the Neotropical Tigermonths. *Occasional Papers Systematics Entomology* 1: 1-71.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los ciempiés (Chilopoda) y milpiés (Diplopoda)

Fabio Germán Cupul Magaña y Julián Bueno Villegas

Descripción

Chilopoda y Diplopoda son dos de las cuatro clases de miriápodos dentro de las que se agrupan a los artrópodos conocidos como ciempiés y milpiés, respectivamente (Grimaldi y Engel 2005). Son animales alargados y segmentados; su cabeza se encuentra diferenciada del cuerpo y poseen un par de antenas. En la mayoría de los casos, el cuerpo de los ciempiés es aplanado dorsoventralmente y el de los milpiés es cilíndrico; sin embargo, la característica que los distingue es que los primeros tienen un par de patas en cada uno de los segmentos del cuerpo y los segundos poseen dos pares de patas por segmento.

Ni los quilópodos tienen cien patas ni los diplópodos mil. Los ciempiés tienen entre 30 a 382 patas o de 15 a 191 pares, y los milpiés ostentan de 24 a 750 patas o de 12 a 375 pares; además, pueden medir de varios milímetros hasta 30 cm de largo (Lewis 1981, Adis 2002).

Los ciempiés son animales opistogoneados, es decir, tienen los órganos reproductores en la parte posterior del cuerpo; los milpiés son progoneados, sus órganos reproductores o gonópodos están en la parte anterior del cuerpo; de hecho, en los machos, éstos se encuentran generalmente en el séptimo segmento. Los ciempiés tienen especies epimórficas (el mismo número de patas y segmentos desde que nacen hasta la adultez) y anamórficas (adicionan patas y segmentos durante su desarrollo hasta la adultez) a diferencia de los milpiés, que son casi exclusivamente anamórficas (Lewis 1981, Adis 2002).

Diversidad

En el planeta, el número de especies de ciempiés y milpiés conocidas es de aproximadamente 3 300 y 12 000 respectivamente (Shelley 2003, Edgecombe y Giribet 2007, Sierwald y Bond 2007). México reúne 5.30% del total de las especies de ciempiés a escala mundial (Minelli *et al.* 2006) y alrededor de 40% de la fauna de milpiés conocida en la región Neotropical (Bueno-Villegas *et al.* 2004). En el país se ha documentado la presencia de 178 especies de ciempiés, incluidas en cuatro órdenes y 16 familias (Cupul-Magaña 2009a, 2010, 2012), así como de 498 especies de milpiés repartidas en 14 órdenes y 39 familias (Hoffman 1999, Bueno-Villegas *et al.* 2004). No obstante, el conocimiento de ambos grupos es limitado en el país, y particularmente en Jalisco, donde sólo se ha publicado el registro de siete especies de ciempiés y tres de milpiés (figura 1, cuadro 1 y apéndice 33).

Endemismos

De las 10 especies registradas, tres son endémicas de México, pero ninguna lo es del estado; el resto se distribuye hacia Estados Unidos o Centroamérica. La especie introducida *C. xanthotricha* fue registrada por primera vez para México en Puerto Vallarta (cuadro 1).

Cupul-Magaña, F.G. y J. Bueno-Villegas. 2017. Los ciempiés (Chilopoda) y milpiés (Diplopoda). En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 245-249.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

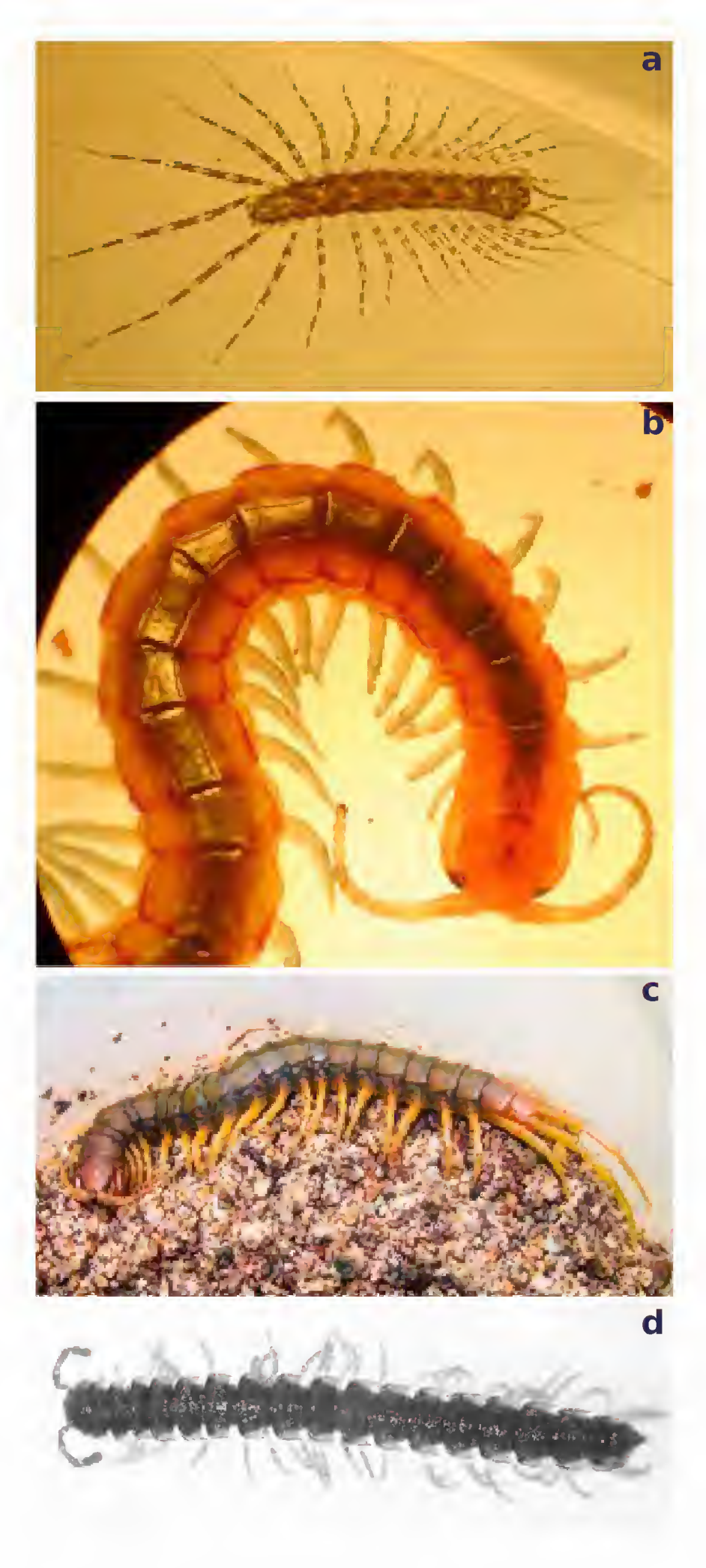


Figura 1. Ciempiés: a) *Dendrothereua linceci*, b) *Scolopendra viridis*, c) *Rhysida longipes*. Milpiés: d) *Chondromorpha xanthotricha*. Fotos: Fabio Germán Cupul Magaña.

Distribución

Son animales de hábitos terrestres que viven en numerosos ambientes, pero son particularmente abundantes en los trópicos (Grimaldi y Engel 2005). En Jalisco se les ha recolectado en vegetación de bosque de pino-encino, bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, zona costera y ambientes urbanizados. Se han documentado en las localidades de Chamela (estación de biología Chamela de la UNAM, cercanías del volcán de Colima, Ciudad Guzmán, Guadalajara, Magdalena, Ojuelos, San Marcos -municipio de Tonila- y Puerto Vallarta; cuadro1).

Importancia

Los ciempiés son depredadores generalistas que se alimentan de artrópodos que viven en el suelo y, en ocasiones, de pequeños mamíferos como murciélagos (Molinari *et al.* 2005). Por su parte, los milpiés son principalmente herbívoros que se alimentan de materia orgánica en descomposición, de modo que participan en el proceso de descomposición (que propicia que ciertas especies introducidas se transformen en plagas agrícolas) y en la remineralización de nutrientes del suelo (Crowford 1992, Brown *et al.* 2001, Morón-Ríos y Huerta-Lwanga 2006). Este grupo de miriápodos forma parte de la dieta de mamíferos terrestres y aves (Leopold y McCabe 1957, Sanabria *et al.* 1995, Cantú-Salazar *et al.* 2005). Los ciempiés pueden tener una importancia relativa en salud pública porque pueden morder e inyectar veneno con las forcípulas (primer par de patas anteriores modificadas a manera de colmillos) (Shelley 2002); por su parte, los milpiés pueden provocan irritaciones en mucosas y piel debido a las secreciones que producen (Grimaldi y Engel 2005).

Principales amenazas

Es posible que las actividades agrícolas tengan el potencial de mermar las poblaciones de ciempiés y milpiés, con la consecuente destrucción de su hábitat como la selva o el bosque; por ejemplo,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Especies de ciempiés (Chilopoda) y milpiés (Diplopoda) registrados para Jalisco.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Endémica de México	Localidad de colecta
Chilopoda	Lithobiomorpha	Lithobiidae	*Arenobius sontus*	Sí	Guadalajara 20° 39' N-103° 22' W
Chilopoda	Scolopendromorpha	Scolopendridae	*Arthrorhabdus pygmaeus*	No	Ciudad Guzmán 19° 40' N-103° 27' W
Chilopoda	Scutigeromorpha	Scutigeridae	*Dendrothereua linceci*	No	Puerto Vallarta 20° 49' N-105° 04' W Chamela 19° 29' N-105° 02' W
Chilopoda	Scolopendromorpha	Scolopocryptopidae	*Newportia quadrimeropus*	Sí	Chamela 19° 29' N-105° 02' W
Chilopoda	Scolopendromorpha	Scolopendridae	*Rhysida longipes*	No	Costa norte de Jalisco Puerto Vallarta 20° 37' N-105° 13' W
Chilopoda	Scolopendromorpha	Scolopendridae	*Scolopendra polymorpha*	No	Chamela 19° 29' N-105° 02' W
Chilopoda	Scolopendromorpha	Scolopendridae	*Scolopendra viridis*	No	Guadalajara San Marcos (municipio Tonila) 19° 26' N-105° 13' W Ojuelos 21° 51' N-103° 30' W Magdalena 20° 53' N-103° 58' W Mazamitla 19° 54' N-103° 01' W Puerto Vallarta 20° 49' N-105° 04' W
Diplopoda	Polydesmida	Nearctodesmidae	*Sakophallus simplex*	Sí	Cercanías de la ladera este del volcán de Colima
Diplopoda	Polydesmida	Paradoxosomatidae	*Asiomorpha coarctata*	No	Puerto Vallarta 20° 37' N-105° 13' W
Diplopoda	Polydesmida	Paradoxosomatidae	*Chondromorpha xanthotricha*	No	Puerto Vallarta 20° 37' N-105° 13' W

Fuente: Chamberlin 1912, 1942; Shelley 1994, 2002; Bueno-Villegas *et al.* 2004; Shelley y Chagas-Júnior 2004; Shelley y Mercurio 2005; Cupul-Magaña y Bueno-Villegas 2006, 2007; Cupul-Magaña 2007, 2009b; Shelley y Cupul-Magaña 2007; Edgecombe y Cupul-Magaña 2008; Vahtera *et al.* 2013.

en estudios hechos en Kenia se ha observado que, en comparación con los altos registros reportados en los bosques, la densidad de ciempiés es baja en tierras arables (Karanja *et al.* 2009).

Oportunidades y acciones de conservación

La carencia de información acerca de los ciempiés de Jalisco hace inminente iniciar con estudios para evaluar su diversidad y abundancia, y así conocer la función que desempeñan dentro de los ecosistemas del estado. Además, los ciempiés, los milpiés y los escorpiones son útiles al momento de evaluar la diversidad de una región, en virtud de que son longevos, de relativa baja movilidad, se representan en un amplio intervalo de tamaños y pueden ser determinados por expertos hasta nivel de especie (aunque en las especies mexicanas es posible hacerlo bien hasta familia o género en algunos grupos). Estos atributos pueden contribuir a tomarlos como indicadores de la diversidad de invertebrados del suelo no voladores (Druce *et al.* 2004); asimismo, la composición de la fauna de artrópodos del suelo puede ser indicador de la salud de este ambiente (Bautista *et al.* 2009).

Estudios en proceso por los autores de este trabajo determinaron, por primera vez en el estado, la presencia de ejemplares de ciempiés de la familia Cryptopidae, así como de milpiés de las familias

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Hirudisomatidae, Spirobolidae, Allopocockiidae, Thyphlobolellidae, Atopetholidae, Rhinocricidae, Cambalidae, Parajulidae, Platydesmidae, Cleidogonidae, Xystodesmidae, Sphaeriodesmidae, Holistophallidae y Pyrgodesmidae. Esto significa un importante avance en el conocimiento de los miriápodos de Jalisco.

Recomendaciones

En el estado, el conocimiento de la ecología de los milpiés y ciempiés es nulo, aunado a la baja diversidad, producto de la escasez de investigaciones. A escala nacional, sólo se han realizado algunos estudios en Chiapas y Veracruz que abordan su densidad y biomasa (Lavelle *et al.* 1981, Lavelle y Kohlmann 1984, Bueno-Villegas 1996, Brown *et al.* 2001, Morón-Ríos y Huerta-Lwanga 2006). En el campo de la miriapodología mexicana, la investigación está en sus primeras etapas y requiere de estudio sistemático.

Finalmente, el conocimiento acerca de la diversidad y funciones ecológicas de los ciempiés y milpiés deberá estimularse, ya que el entendimiento de esta variable es fundamental porque puede utilizarse como indicadora de las condiciones ambientales, fases de desarrollo o salud de un hábitat o ecosistema (Spelda 1996, Grgič y Kos 2005).

Referencias

Adis, J. (ed.). 2002. *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Pensoft, Sofía.

Bautista, F., C. Díaz-Castelazo y M. García-Robles. 2009. Changes in soil macrofauna in agroecosystems derived from low deciduous tropical forest on leptosols from karstic zones. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10: 185-197.

Brown, G.G., C. Fragoso, I. Barois, *et al.* 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.) Número especial* 1:79-110.

Bueno-Villegas, J. 1996. *Estudio faunístico y taxonómico de la clase Diplopoda en la estación de biología tropical "Los Tuxtlas", Veracruz*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.

Bueno-Villegas, J., P. Sierwald y J.E. Bond. 2004. Diplopoda. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento, Vol. IV*. J.E. Llorente Bousquets, J.J. Morrone, O. Yáñez-Ordóñez e I. Vargas-Fernández (eds.). UNAM/CONABIO, México, pp. 569-599.

Cantú-Salazar, L., M.G. Hidalgo-Mihart, C.A. López-González y A. González-Romero. 2005. Diet and food resource use by pygmy skunk (*Spilogale pygmaea*) in the tropical dry forest of Chamela, Mexico. *Journal of Zoology (London)* 267:283-289.

Chamberlin, R.V. 1912. New North American chilopods and diplopods. *Annals of the Entomological Society of America* 5: 141-172.

—. 1942. New millipeds from Michoacan. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 55: 57-62.

Crowford, C.S. 1992. Millipedes as model detritivores. *Berichte des Naturwissenschaftlich-Medizinischen Verein Innsbruck* 10: 277-288.

Cupul-Magaña, F.G. 2007. *Scolopendra viridis* Say, 1821. *Dugesiana* 14(2): 53-57.

—. 2009a. Lista nominal de especies de ciempiés (Chilopoda) para México. *BIOCYT* 2(6): 48-54.

—. 2009b. Nuevas localidades para quilópodos (Chilopoda) en la costa de Jalisco y Sinaloa, México. *Dugesiana* 16(2): 81-85.

—. 2010. Adenda a la lista nominal de especies de ciempiés (Chilopoda) para México. *BIOCYT* 3(11): 176-180.

—. 2012. Inclusión de *Scolopocryptops ferrugineus* (Linnaeus, 1767) (Scolopendromorpha: Scolopocryptopidae: Scolopocryptopinae) en la lista nominal de especies de ciempiés (Chilopoda) para México y características básicas para la determinación de las especies del género *Scolopocryptops* para el país. En: *Memorias del XIV Simposio de Zoología, Homenaje al Dr. José Guadalaupe Palacios Vargas.* Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Zapopan, pp. 37-38.

Cupul-Magaña, F.G. y J. Bueno-Villegas. 2006. Primer registro de *Asiomorpha coarctata* (DeSaussure, 1860) (Diplopoda: Polydesmida: Paradoxosomatidae) para Jalisco y Nayarit, México. *Dugesiana* 13(1): 45-48.

—. 2007. Primer registro de *Rhysida longipes* (Chilopoda: Scolopendromorpha: Scolopendridae) en el Parque Nacional Isla Isabel, Golfo de California, México. *Dugesiana* 14(1):39-41.

Druce, D., M. Hamer y R. Slotow. 2004. Sampling strategies for millipedes (Diplopoda), centipedes (Chilopoda) and scorpions (Scorpionida) in savanna habitats. *African Zoology* 39(2):293-304.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Edgecombe, G.D. y F.G. Cupul-Magaña. 2008. Primer registro de *Scutigera linceci* (Wood 1867) para Jalisco y anotaciones sobre los escutigeromorfos de México (Chilopoda: Scutigeromorpha: Scutigeridae). *Dugesiana* 15(1): 17-19.

Edgecombe, G.D. y G. Giribet. 2007. Evolutionary biology of the centipedes (Myriapoda: Chilopoda). *Annual Review of Entomology* 52:151-170.

Grgič, T. e I. Kos. 2005. Influence of forest development phase on centipede diversity in management beech forest in Slovenia. *Biodiversity and Conservation* 14: 1841- 1862.

Grimaldi, D. y M.S. Engel. 2005. *Evolution of the insects*. Cambridge University Press, Cambridge.

Hoffman, R.L. 1999. *Checklist of the millipede of North and Middle America*. Virginia Museum of Natural History. Special Publication, No. 8.

Karanja, N.K., F.O. Ayuke, E.M. Muya, *et al.* 2009. Soil macrofauna community structure across land use systems of Taita, Kenya. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 11:385-396.

Lavelle, P. y B. Kohlmann. 1984. Étude quantitative de la macro faune du sol dans une forêt tropicale humide du Mexique (Bonanpak, Chiapas). *Pedobiología* 27: 377-393.

Lavelle, P., M.E. Maury y V. Serrano. 1981. Estudio cuantitativo de la fauna del suelo de la región de Laguna Verde, Ver. En: *Estudios ecológicos en el trópico mexicano*. P. Reyes-Castillo, (ed.). Instituto de Ecología, A.C., México, pp. 65-100.

Leopold, A.S. y R.A. McCabe. 1957. Natural history of the Montezuma quail in Mexico. *The Condor* 59(1): 3-26.

Lewis, J.G.E. 1981. *The biology of centipedes*. Cambridge University Press, Cambridge.

Minelli, A., L. Bonato, R. Dioguardi, *et al.* (ed.). 2006. Chilobase: a web resource for Chilopoda taxonomy. En: <*http://chilobase.bio.unipd.it/*>, última consulta: 15 de abril de 2013.

Molinari, J., E.E. Guiérrez, A.A. de Ascencão, *et al.* 2005. Predation by Giant Centipedes, *Scolopendra gigantea*, on three species of bats in a Venezuelan cave. *Caribbean Journal of Science* 41: 340-346.

Morón-Ríos, A. y E. Huerta-Lwanga. 2006. Soil macrofauna of two successional evergreen cloud forest stages from the Cerro Huitepec Nature Reserve, San Cristóbal de la Casas, Chiapas, México. *Interciencia* 31(8): 611-615.

Sanabria, B., A. Ortega-Rubio y C. Argüelles-Méndez. 1995. Food habits of the coyote in the Vizcaíno desert, México. *Ohio Journal of Science* 95(4): 289-291.

Shelley, R.M. 1994. The millipede family Nearctodesmidae in northwest North America, with accounts of *Sakophallus* and *S. simplex* Chamberlin (Polydesmida). *Canadian Journal of Zoology* 72: 470-495.

—. 2002. A synopsis of the North American centipedes of the order Scolopendromorpha (Chilopoda). *Virginia Museum of Natural History Memoir* (5): 1-108.

—. 2003. A revised, annotated, family-level classification of the Diplopoda. *Arthropoda Selecta* 11: 187-207.

—. 2007. Taxonomy of extant Diplopoda (Millipeds) in the modern era: perspectives for future advancements and observations on the global diplopodcommunity (Arthropoda: Diplopoda). *Zootaxa* 1668: 343-362.

Shelley, R.M. y A. Chagas-Júnior. 2004. The centipede genus *Arthrorhabdus* Pocock, 1891, in the western hemisphere: potential occurrence of *A. pygmaeus* (Pocock, 1895) in Belize (Scolopendromorpha: Scolopendridae: Scolopendrinae). *Western North American Naturalist* 64(4): 532-537.

Shelley, R.M. y F.G. Cupul-Magaña. 2007. Occurrences of the milliped, *Chondromorpha xanthotricha* (Attems, 1898), in the New World: first records from Mexico, Costa Rica, Panama, the Cayman islands, Saint Vincent and the Grenadines, and Tobago; first localities in Cuba (Polydesmida: Paradoxosomatidae). *Entomological News* 118(2): 213-216.

Shelley, R.M. y R. Mercurio. 2005. *Ectonocryptoides quadrimeropus*, a new centipede genus and species from Jalisco, Mexico; proposal of Ectonocryptopinae, analysis of subfamilial relationships and a key to subfamilies and genera of the Scolopocryptopidae (Scolopendromorpha). *Zootaxa* 1094: 25-40.

Sierwald, P. y J.E. Bond. 2007. Current status of the myriapod class Diplopoda (millipedes): taxonomic diversity and phylogeny. *Annual Review of Entomology* 52: 401-420.

Spelda, J. 1996. Millipedes as aids for the reconstruction of glacial refugia (Myriapoda: Diplopoda). *Mémoires du Muséum National d' Histoire Naturelle* 169: 151-161.

Vahtera, V., G.D. Edgecombe y G. Giribet. 2013. Phylogenetics of scolopendromorph centipedes: Can denser taxon sampling improve an artificial classification? *Invertebrate Systematics* 27: 578-602

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Invertebrados marinos

Eduardo Ríos Jara, Eduardo Juárez Carrillo y Cristian Moisés Galván Villa

Introducción

Los invertebrados son animales que carecen de columna vertebral e incluyen a la mayoría de las especies animales. Debido a que la vida se originó en el mar, muchos grupos de invertebrados son exclusivamente marinos. Los invertebrados marinos incluyen al zooplancton microscópico presente en toda la columna de agua, y a los macroinvertebrados, esas especies que pueden observarse a simple vista, las cuales se encuentran principalmente en el fondo del mar (bentos) o en la misma columna de agua (necton) en su fase adulta. El ciclo de vida de la mayoría de los invertebrados del bentos y necton incluye una fase planctónica larval que también es microscópica y que se desarrolla en la columna de agua. Entre los macroinvertebrados del bentos más conocidos se encuentran las estrellas y erizos de mar, así como los corales, caracoles, pulpos, cangrejos, camarones y langostas. En el necton se ubican a las medusas, los calamares y las sepias.

Hay invertebrados marinos en casi todos los hábitats de los mares y océanos del mundo, desde la zona intermareal de las playas rocosas y arenosas hasta las grandes profundidades; además, pueden ser parte de la epibiota, ya que muchas especies viven sobre otros animales o sobre macroalgas. La mayoría son de vida libre, aunque también presentan formas parasíticas y otros tipos de simbiosis. Los invertebrados marinos más comunes incluyen grupos muy conocidos como los moluscos, crustáceos, equinodermos, corales, gorgonáceos, anémonas, medusas, poliquetos, platelmintos y esponjas, así como los sipuncúlidos, ascideos, tunicados y briozoarios, y muchas formas microscópicas, como los foraminíferos, radiolarios, micro-crustáceos, quetognatos, entre otras. Muchos han desarrollado esqueletos calcáreos (moluscos, corales, equinodermos, briozoarios y foraminíferos) o quitinosos (crustáceos), además de tubos (gusanos poliquetos) y otras estructuras (esponjas) que les proporcionan soporte y protección.

Diversidad

A escala mundial, algunas estimaciones recientes del número total de invertebrados marinos indican que existen cerca de 250 mil especies (Reaka-Kudla 1997). Sin embargo, los resultados de exploraciones en el océano Atlántico profundo sugieren que el número real puede ser de 10 millones de especies (Grassle y Maciolek 1992). Históricamente, las latitudes tropicales han tenido menos atención de los biólogos marinos, por lo que los inventarios de la biota de esas regiones son relativamente menos completos que los de latitudes subtropicales, templadas y frías; por ejemplo, se calcula que las 93 mil especies asociadas a arrecifes de coral descritas (la mayoría macroinvertebrados) podrían representar solamente entre 1 y 15% del total presente en esos ecosistemas (Reaka-Kudla 1997). En ambientes marinos casi todas las especies nuevas descritas en los últimos años corresponden a invertebrados.

Los moluscos tienen la mayor diversidad de todos los grupos presentes en los océanos, con aproximadamente 52 500 especies actuales (Bouchet 2006). La diversidad de moluscos de zonas tropicales es significativamente mayor en

Ríos-Jara E., E. Juárez-Carrillo y C.M. Galván-Villa. 2017. Invertebrados marinos. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II*. CONABIO. México, pp. 251-269.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

el Pacífico tropical, principalmente en el Indo-Pacífico (Bouchet *et al.* 2002). Gosliner *et al.* (1996) estimaron que aproximadamente 60% de todos los invertebrados marinos de esta región son moluscos. Para la costa del Pacífico tropical norte y centroamericano, que incluye a México, se han reportado aproximadamente 3 340 especies, de las cuales la mayoría son bivalvos y gasterópodos; sin embargo, su distribución no es uniforme en toda esta región. Existe un marcado gradiente latitudinal en la diversidad de los invertebrados, de manera que incrementa el número de especies dentro de los trópicos y alcanza el pico máximo en Panamá, por lo que se mantiene con números elevados hasta el trópico de Cáncer (23°N) en el golfo de California, México. En esta región con gran diversidad de especies se ubica la costa de Jalisco, con cerca de 500 especies de moluscos incluidos en cinco clases distintas.

Otros grupos de invertebrados que incluyen en su mayoría especies marinas y estuarinas son los crustáceos (aproximadamente 45 mil especies marinas), platelmintos (15 mil), nemátodos y anélidos (12 mil cada uno), cnidarios y foraminíferos (10 mil cada uno) y esponjas (5 500). Entre los grupos exclusivamente marinos están los equinodermos (7 mil) y con menos riqueza de especies, los ctenóforos (166) y los quetognatos (121).

La información acerca de los macroinvertebrados marinos de Jalisco es escasa y relativamente reciente, ya que los primeros estudios encaminados a conocer la composición de las especies fueron publicados en los años noventa. Las especies planctónicas también han sido poco estudiadas, y la mayoría de los trabajos sobre el zooplancton de la región hacen referencia solamente a la composición porcentual de los principales grupos taxonómicos, con poca información sobre la biología de las especies presentes. La revisión detallada de artículos, libros, reportes técnicos y tesis acerca de los invertebrados de Jalisco indica que los moluscos representan la mayoría de las especies registradas (498), seguidos por los crustáceos (192), los poliquetos (199), los cnidarios (71) y los equinodermos (68). Otros grupos marinos tienen menos registros, como los quetognatos (13), esponjas (7) y sipuncúlidos (1); sin embargo, estos números son aproximaciones y hacen evidente la falta de estudios dirigidos al conocimiento de la biodiversidad de la región, sobre todo de los grupos taxonómicos poco conspicuos, así como de las especies muy pequeñas o microscópicas que pueden representar un número significativo como los micromoluscos y el zooplancton. Al respecto, Bouchet *et al.* (2002) sugieren que existen tres factores principales que, de forma conjunta o separada, contribuyen a subestimar la riqueza real de invertebrados marinos de una región particular:

1. Cobertura inadecuada o insuficiente debido a la heterogeneidad espacial del área.
2. Muestreo inadecuado de especies muy especializadas (las que viven en hábitats muy específicos).
3. Mayor énfasis en la macrofauna, sin considerar las especies microscópicas.

Esponjas

Las esponjas constituyen el *phylum* Porifera, los cuales son los animales pluricelulares (constituidos por varias células) más primitivos, ya que carecen de órganos y sus funciones las cumplen células especializadas. Aunque son comunes en la región el Pacífico americano, las esponjas han sido objeto de poco estudio; sólo se tiene registro de siete especies (*Cliona californiana, C. euryphylla, C. vallartense, C. vermifera, Pione mazatlanensis, Spheciospongia incrustans* y *Thoosa mismalolli*), las cuales son perforadoras de sustratos calcáreos como los corales y las rocas calizas (Carballo *et al.* 2008).

Cnidarios

El grupo de los cnidarios incluye a los corales, anemonas de mar, hidras y medusas. El inventario de cnidarios (*phylum* Cnidaria) de Jalisco incluye 71 especies de las clases Hydrozoa (hidras), Anthozoa (corales y anémonas) y Scyphozoa (medusas) (apéndice 34). Las hidras y las medusas

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

epipelágicas se han registrado en la bahía de Banderas (Fernández-Álamo 2000) e incluye 46 especies de la clase Hydrozoa y una especie de la Scyphozoa. Entre los hidrozoarios más comunes se encuentran *Aglaophenia diegensis* y *Macrorhynchia philippina* (antes *Lytocarpus nuttingi*), ambas colonizadoras de sustratos rocosos. Dentro de la clase Hydrozoa, los sifonóforos (orden Siphonophorae) son muy diversos, cuentan con 18 especies que pertenecen a 13 géneros y seis familias, entre las que destaca *Diphyes dispar* por su alta abundancia y frecuencia de aparición, seguida de *Muggiaea atlantica* y *Chelophyes contorta*. De acuerdo con estos registros, los sifonóforos de Jalisco representan 20.5% de las 73 especies encontradas en el Pacífico mexicano (Gasca 2002).

Dentro de la clase Anthozoa hay registros de 24 especies de corales pétreos, de las cuales 13 corresponden a corales zooxantelados (hermatípicos o formadores de arrecifes) y cuatro a corales azooxantelados (ahermatípicos que no forman arrecifes) (Reyes-Bonilla *et al.* 2005, López-Uriarte y Ríos-Jara 2004). Estas especies representan poco más de 25% del registro total para el Pacífico mexicano. El género más representativo del Pacífico mexicano y del litoral jaliscience es *Pocillopora*, que incluye seis especies presentes en el estado (*P. capitata, P. damicornis, P. elegans, P. eydouxi, P. meandrina* y *P. verrucosa*). Las especies de este género son las principales formadoras de arrecifes en la región y se encuentran dispersas a lo largo del litoral formando pequeñas agrupaciones en zonas rocosas a pocos metros de profundidad. En Jalisco se tienen registros de formaciones coralinas de importancia en bahía de Banderas, bahía de Chamela (figuras 1, 2 y 3) y bahía de Tenacatita (López-Uriarte y Ríos-Jara 2004). Otras especies de corales pétreos de la costa de Jalisco son *Porites panamensis, P. lobata*, *Pavona gigantea*, *P. clavus*, *Psammocora brighami, P. stellata* y *P. superficialis*, además de los corales ahermatípicos *Heterocyathus aequicostatus, Oulangia bradleyi, Astrangia haimei* y *Tubastrea coccinea*.

Los gorgonáceos también son miembros de la clase Anthozoa que están ampliamente distribuidos en toda la franja costera del Pacífico mexicano, con lo que en ocasiones cubren grandes porciones del fondo marino, principalmente en sustratos rocosos; sin embargo, son escasos los

Figura 1. Colonias de corales (*Pocillopora* spp.) formando un arrecife en las islas de bahía Chamela en la costa central de Jalisco. Foto: Cristian M. Galván Villa.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

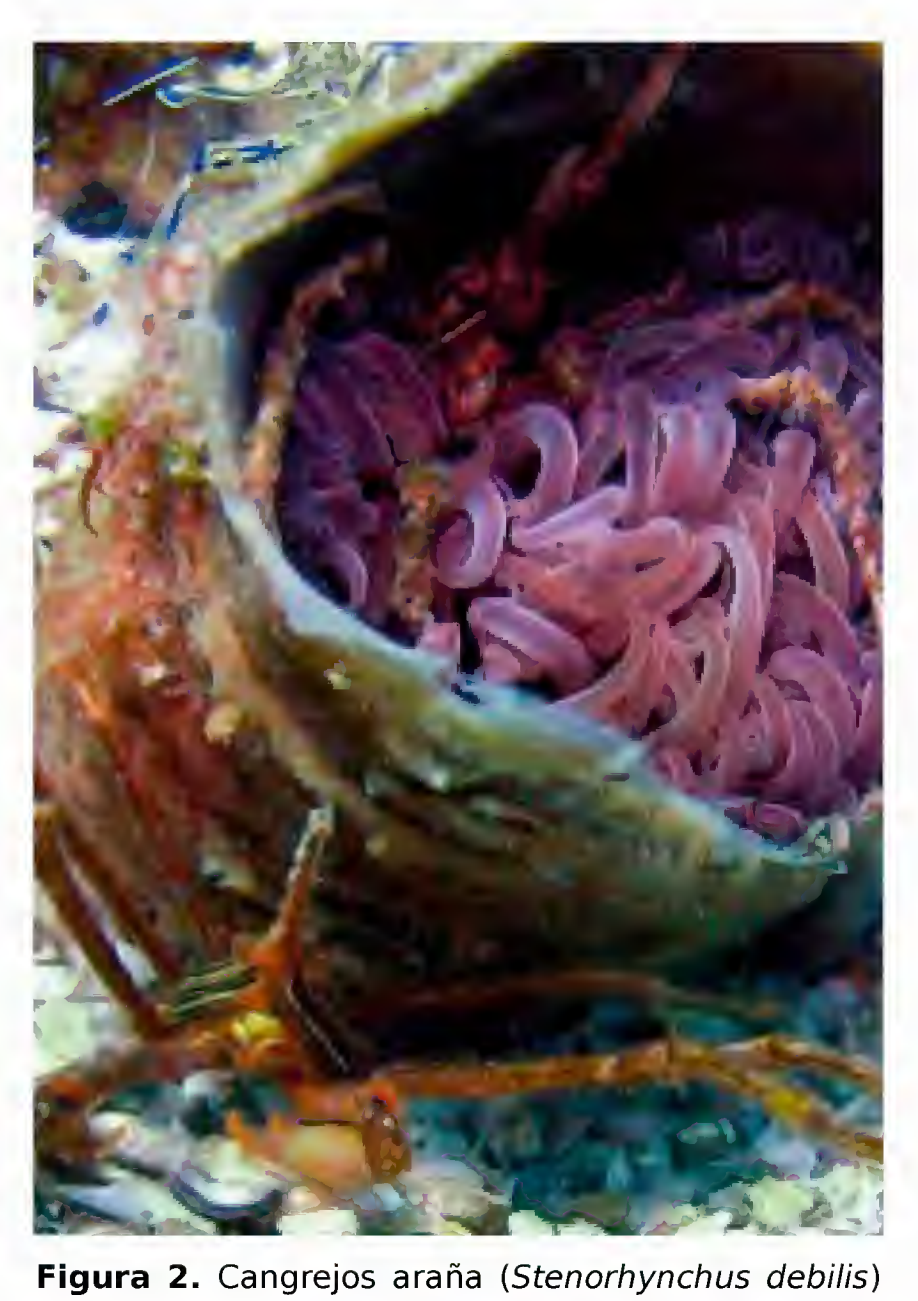


Figura 2. Cangrejos araña (*Stenorhynchus debilis*) viviendo en simbiosis con una anémona de mar *Pachycerianthus* sp. Foto: Cristian M. Galván Villa.

estudios acerca de este grupo de cnidarios en la región. Las especies de gorgonáceos presentes en Jalisco corresponden a los géneros *Leptogorgia* y *Pacifigorgia*, los primeros conocidos como arbolitos de mar por sus ramificaciones en forma pinada, dicotómica o a veces filiforme, y los segundos denominados abanicos de mar por sus formas anastomosadas en uno o varios planos que forman un tipo de enmallado de distintas dimensiones (Breedy y Guzmán 2007). Se han registrado sólo siete especies, cuatro del género *Leptogorgia* (*L. alba, L. exigua, L. labiata* y *L. rigida*) y tres del género *Pacifigorgia* (*P. adamsii, P. agassizii* y *P. englemannii*) (López-Uriarte *et al.* 2009). Las especies del género *Leptogorgia* registradas en Jalisco representan 17.3% de las 23 especies reportadas para el Pacífico oriental tropical, mientras que los *Pacifigorgia* solamente 8.8% de las 34 especies de esta región (Breedy y Guzmán 2003). Este bajo número de especies se atribuye, principalmente, a la escasez de trabajos taxonómicos, ya que los gorgonáceos no han sido considerados en los inventarios de la macrofauna béntica de la región. Las pocas referencias que se pueden encontrar son con base en trabajos más generales, en los que se presentan especies distribuidas por todo el Pacífico mexicano, que incluyen la costa de Jalisco.

Poliquetos

Los poliquetos (clase Polychaeta) son gusanos marinos con un cuerpo segmentado que forman parte del *phylum* Annelida (gusanos segmentados como las lombrices y sanguijuelas), los cuales han sido poco estudiados en la costa de Jalisco. Sin embargo, se han registrado 199 especies en el estado (apéndice 35). En los sustratos suaves de la plataforma continental, entre los 29 y 200 m de profundidad, se tiene una importante riqueza de especies, como lo demuestra Varela-Hernández (1993), quien reporta 81 especies, incluidas en 50 géneros y 27 familias. Las mayores abundancias fueron encontradas entre los 29 y 72 m y, conforme aumenta la profundidad, disminuye el número de organismos. La mayor diversidad se registró en sustratos tipo arena-limo, arena con carbonatos, limo-arenoso y en las arena puras. Por su abundancia, destacan 11 especies, *Aricidae lopezi* y *Levinsenia gracilis* (familia Paraonidae); *Cossura brunnea* (familia Cossuidae); *Paraproniospio pinnata, Pronospio delta*, *P. multibranchiata* y *P. ehlersi* (familia Spionidae); *Agloaphamus dicirris* (familia Nephtydae); *Linopherus kristiani* (familia Anphionomidae); *Diptara obliqua* (familia Onophidae); y *Lumbrineris bicirrata* (familia Lumbrineridae).

Por otro lado, Fernández-Álamo (2000) presenta una lista de poliquetos pelágicos de la bahía de Banderas registrados durante cruceros oceanográficos entre 1989-1991; esta lista incluye 34 especies, 21 géneros y 13 familias, de los cuales cuatro géneros y tres familias son determinados como nuevos taxones para la región. El resto de las especies son parte de registros obtenidos de la colección biológica de referencia de invertebrados bentónicos del Instituto de Ciencias del Mar y

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Limnología, Unidad Académica de Mazatlán-UNAM (Hendrickx com. pers.) y registros obtenidos en Punta La Rosada en Bahía Chamela (López-Uriarte *et al.* 2009).

Crustáceos

Los crustáceos (*subphylum* Crustacea) se constituyen principalmente por especies acuáticas, como los cangrejos, langostas, camarones o jaibas, y algunas pocas terrestres, como las cochinillas de la humedad (isópodos). Al menos, se han registrado 192 especies de crustáceos marinos en la costa de Jalisco, las cuales pertenecen a las clases Maxillopoda y Malacostraca (apéndice 36 y figura 2). Los Maxillopoda incluyen cinco especies de cirrípedos (subclase Cirripedia) que son parte de la epibiota de la serpiente marina *Pelamis platurus* (Álvarez y Celis 2004) y de los caparazones de la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Hernández-Vázquez y Valadez-González 1998). En las serpientes marinas se han encontrado los percebes *Conchoderma virgatum* y *Dosima fascicularis*, mientras que en las tortugas marinas los balanos *Platylepas hexastylos* y *Chelonibia testudinaria* y los percebes *Lepas anatifera* y *C. virgatum*.

Los malacostráceos de Jalisco se incluyen en cinco diferentes órdenes: Amphipoda, Decapoda, Isopoda, Stomatopoda y Tanaidacea. Los estomatópodos se encuentran muy bien representados en la costa del estado, con 14 de las 30 especies reportadas para el Pacífico mexicano (Hendrickx y Salgado-Barragán 2002, López-Uriarte *et al.* 2009, Salgado-Barragán *et al.* 2013). Destacan los registros de Landa-Jaime *et al.* (1997) y Arciniega-Flores *et al.* (1998) en la costa sur de Jalisco, ambos trabajos suman un total de cinco géneros y 10 especies de las familias Eurysquillidae, Hemisquillidae, Lysiosquillidae y Squillidae presentes a profundidades de entre 20 y 80 m. Además, los estomatópodos también han sido registrados como parte de la dieta de peces, según lo demuestran los trabajos de Saucedo-Lozano *et al.* (1999), Valadez-González *et al.* (2001) y Raymundo-Huizar y Saucedo-Lozano (2008), quienes destacan que *Eurysquilla veleronis*, *Squilla hancocki*, *S. parva* y *Meiosquilla swetti* son de las especies más importantes.

El orden Isopoda es el más diverso de los crustáceos, con aproximadamente 9 500 especies, la mayoría marinas, distribuidas en 10 subórdenes. En el Pacífico oriental tropical se han registrado 124 especies que pertenecen a 68 géneros (Espinosa-Pérez y Hendrickx 2001). En la actualidad existe un inventario de 11 especies de isópodos en la costa de Jalisco que son de los subórdenes Anthuridea, Flabellifera y Oniscidea. Los dos primeros subórdenes habitan principalmente en el intermareal y submareal somero. Los Anthuridae son generalmente pequeños y relativamente raros; sin embargo, *Mesanthura occidentalis* tiene una amplia distribución, desde California hasta Costa Rica; en la costa de Jalisco fue registrada por primera vez en la Bahía de Tenacatita. Con más de 4 mil especies descritas, los Oniscidea son el suborden de isópodos más diverso. Aunque la mayoría son terrestres, muchas familias se encuentran en biotopos litorales; en Jalisco se tienen registros de *Ligia occidentalis*, la cual es común en playas rocosas. Los Flabellifera son el segundo suborden más diverso con más de 3 mil especies; en la costa de Jalisco se han registrado nueve especies.

El orden Amphipoda incluye cerca de 7 mil especies pelágicas o bénticas descritas. Existe muy poca información sobre las especies del litoral de Jalisco; en el caso de las especies mayormente pelágicas del suborden Hyperiida se han registrado 20 como parte del plancton de bahía Banderas. Finalmente, el orden Tanaidacea constituye un pequeño grupo de crustáceos excavadores formado por cerca de 1 000 especies. Estos han sido poco estudiados en México. En la costa de Jalisco sólo se ha reportado la especie *Sinelobus stanfordi*. Aunque en ocasiones los tanaidaceos pueden ser muy abundantes, la ausencia de registros se debe no sólo a su pequeño tamaño, también a la dificultad para determinarlos taxonómicamente y, por lo tanto, no son considerados en la mayoría de las investigaciones ecológicas y en los inventarios faunísticos de la región.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los decápodos son los crustáceos mejor representados en el litoral jalisciense. Este grupo incluye formas muy conocidas como camarones, langostillas, langostas, cangrejos y jaibas. Se distribuyen en los dos subórdenes Dendrobranchiata y Pleocyemata. Los primeros se dividen en cinco familias, de las cuales solo una (Aristaeidae) no tiene representantes en el Pacífico mexicano (Hendrickx 1993). En la costa de Jalisco se han reportado al menos tres de estas familias (Penaeidae, Sicyoniidae y Solenoceridae) que incluyen a 14 especies y siete géneros de camarones. Estas familias se caracterizan por incluir especies de gran valor comercial en México, entre los que destacan *Penaeus californiensis*, *P. brevirostris*, *P. stylirostris* y *P. vannamei*. Los carideos son el grupo de camarones más diversificado del Pacífico oriental tropical, con 12 familias, aunque la mayoría de sus miembros pertenecen a las familias Palaemonidae, Alpheidae e Hippolytidae. Estas familias se encuentran en la costa de Jalisco con 14 especies, de las cuales nueve son Alpheidae. El género *Alpheus* cuenta con el mayor número de especies en el Pacífico mexicano (33); en la costa de Jalisco se han registrado cinco de ellas (15.2%), todas con amplia distribución en el Pacífico tropical mexicano y el golfo de California (apéndice 36).

En la costa de Jalisco se han registrado cuatro especies de langostillas (infraorden Thalassinidea) y cuatro especies de langostas (infraorden Palinura). Las primeras son de hábitos enterradores en sustratos blandos y se incluyen en las familias Calliasnassidae, Upogebiidae y Strahlaxiidae. El género *Upogebia* es el más diverso en el Pacífico mexicano con nueve especies; de éstas, *U. dawsoni* tiene la mayor distribución, ya que se encuentra desde Alaska hasta Ecuador (Williams 1986). La langostilla rosada *Neaxius vivesi* tiene una distribución más restringida, desde la costa oeste de Baja California hasta Ecuador. En México se encuentran ocho especies de langostas espinosas de las familia Palinuridae, cuatro en el Pacífico mexicano y al menos tres en la costa de Jalisco (*Panuliris inflatus*, *P. gracilis* y *P. penicillatus*); además, se han reportado especímenes de la langosta zapatera *Evibacus princeps* (familia Scyllaridae), también de interés comercial, aunque realmente solo las langostas espinosas son un recurso pesquero importante en la región.

Figura 3. Colonia de anémonas de mar que habitan en las playas rocosas de Jalisco. Foto: Cristian M. Galván Villa.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los cangrejos (anomuros) y jaibas (braquiuros) también son crustáceos decápodos (suborden Pleocyemata) comunes en la costa del estado. Se han registrado 30 especies de anomuros (infraorden Anomura), que incluyen 17 especies de cangrejos ermitaños (familias Coenobitidae, Diogenidae y Paguridae), 14 especies de cangrejos porcelanas (familia Porcellanidae), dos especies de langostillas (familia Munididae) y dos especies que pertenecen a dos familias de cangrejos asociados a sustratos arenosos (Albuneidae e Hippidae). La familia Porcellanidae es la más diversificada de los anomuros del Pacífico mexicano, con 56 especies. Estos son cangrejos de aspecto frágil y cuerpo poco variado, representados en la costa de Jalisco por los géneros *Megalobrachium*, *Pachycheles*, *Petrolisthes* y *Porcellana*, que tienen amplia distribución en toda la región. Los cangrejos braquiuros (infraorden Brachiura) del Pacífico mexicano cuentan con 167 géneros y 343 especies, de las cuales 225 (65.6%) se encuentran en la porción tropical, entre bahía Banderas y Chiapas (Hendrickx 1993).

En la costa de Jalisco se han registrado 66 especies, las cuales representan 19% de las citadas para el Pacífico mexicano (figura 2). Las familias Portunidae y Xanthidae incluyen el mayor número de especies, con nueve y siete respectivamente; sin embargo, los cangrejos portúnidos están proporcionalmente mejor representados respecto al número de especies del Pacífico mexicano. El inventario más completo de crustáceos decápodos de una localidad jalisciense corresponde a la laguna Barra de Navidad, ubicada en la costa sur del estado (Álvarez del Castillo *et al*, 1992); el cual incluye 74 especies de 19 familias. Para un ambiente lagunar-estuarino tropical, el número de especies encontrado es elevado debido a la presencia de pequeños microambientes con sustrato duro aledaños a la boca de Barra de Navidad. Trabajos mas recientes incrementan el inventario de crustáceos registrados en la costa de Jalisco (Ayón-Parente *et al.* 2012, 2015, Bastida-Izaguirre 2013, Salgado-Barragán *et al.* 2014, Galván-Villa y Ayón-Parente 2015).

Moluscos

Los moluscos tienen formas muy diversas como las almejas, ostras, quitones, calamares, pulpos, babosas de mar y caracoles. Las 498 especies registradas de moluscos están incluidas en 299 géneros y 131 familias (apéndice 37). Incluyen principalmente formas macrobénticas; es decir, especies que se encuentran en el fondo del mar o en las playas rocosas y arenosas, los sistemas estuarinos y la plataforma continental, hasta profundidades cercanas a 100 m. Estas especies representan cerca de 16% del total de especies de moluscos del Pacífico tropical americano (Keen 1971; Skoglund 2001, 2002) y 1% del total mundial. Las especies pertenecen a las clases Bivalvia (136), Gastropoda (339) (figuras 4 y 5), Polyplacophora (8), Scaphopoda (11) y Cephalopoda (4). En el caso de los bivalvos, tres géneros representan 15% de todas las especies registradas: *Anadara* (9), *Tellina* (8) y *Chione* (4).

Figura 4. Botón de mar (*Jenneria pustulata*), molusco de la clase Gastropoda. Foto: Cristian M. Galván Villa.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. Molusco opistobranquio *Tambja abdere* habitante de los arrecifes de Jalisco. Foto: Cristian M. Galván Villa.

Doce géneros representan 22% de todas las especies de gastrópodos: *Conus* (11 especies), *Crucibulum* (8), *Hexaplex* (7), *Lottia* (6), *Turritella* (6), *Nassarius* (6), *Strombina* (6), *Crepidula* (5), *Cerithium* (5) y *Cantharus* (5), *Felimida* (5) y *Flabelina* (5). En las playas rocosas de Jalisco es notable la riqueza de especies de gastrópodos, al grado de que algunos trabajos han registrado hasta 84 especies en una misma localidad (González-Villareal 2005, López-Uriarte *et al.* 2009). La mayoría de los estudios coinciden en señalar a las litorinas (*Echinolittorina aspera* y *E. modesta*) y a las neritas (*Nerita scabricosta* y *N. funiculata*) como los caracoles más abundantes en las playas, ya que en ocasiones representan casi 90% de todos los individuos registrados (Yañez-Rivera 1989, Esqueda *et al.* 2000).

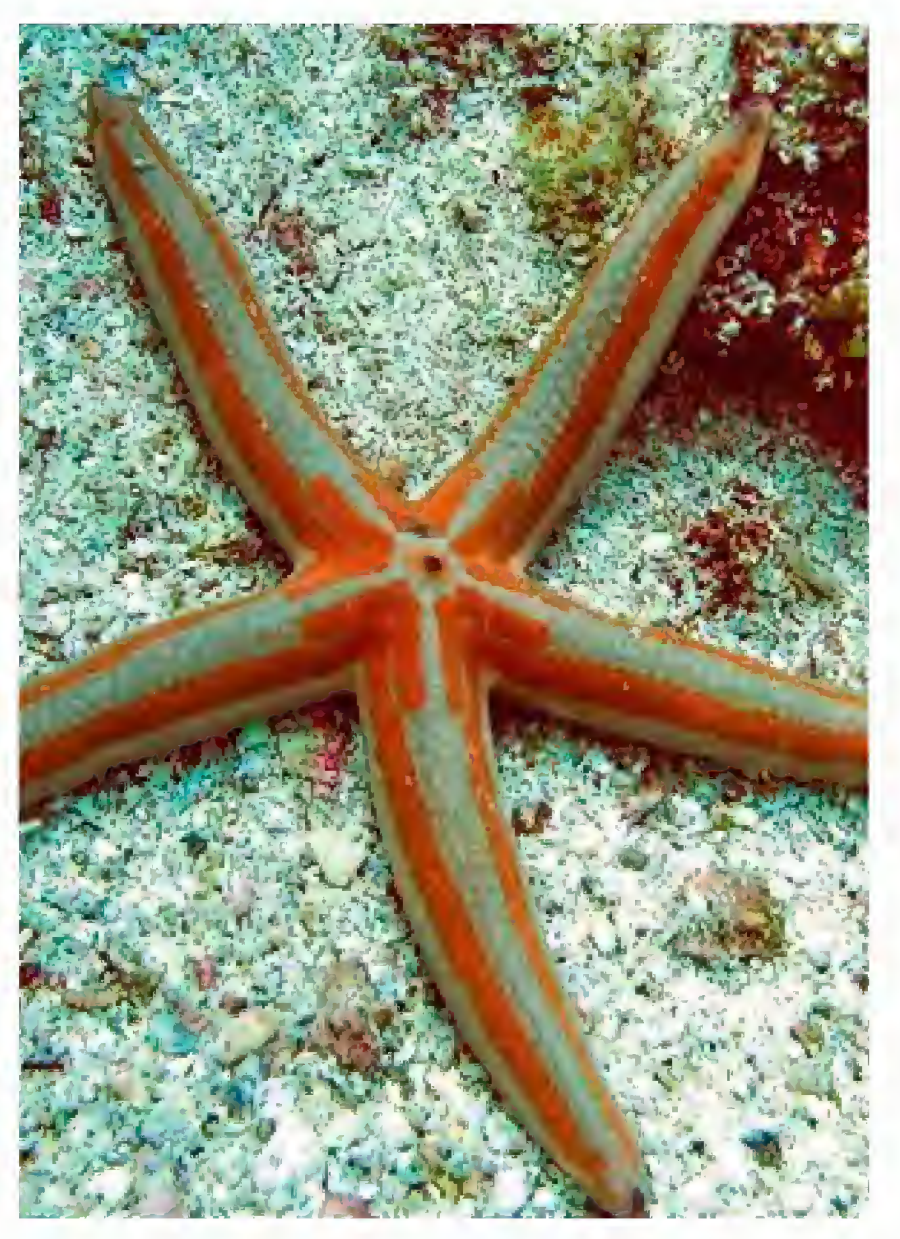


Figura 6. Estrella de mar (*Phataria unifascialis*), la más abundante en la costa de Jalisco. Foto: Cristian M. Galván Villa.

Equinodermos

En el grupo de los equinodermos (*phylum* Echinodermata) están las estrellas de mar (figura 6), ofiuras o estrellas quebradizas, erizos de mar (figuras 7 y 8), pepinos de mar (figura 9) y lirios de mar. Aún es escaso el conocimiento sobre

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

los equinodermos de la costa de Jalisco y dista mucho de representar la verdadera biodiversidad de este grupo en la región (Caso 1961, Solís-Marín *et al.* 1993); los estudios se limitan a ciertas localidades o especies (Nepote 1998, Nuño-Hermosillo *et al.* 2006, López-Uriarte *et al.* 2009), otros se refieren a las comunidades de invertebrados conspicuos en general, sin poner énfasis en la biología y ecología de las especies de equinodermos (Godínez-Domínguez y González-Sansón 1998, 1999; Godínez-Domínguez y González-Sansón *et al.* 2009). Se tienen registradas 68 especies que corresponden a cuatro de las seis clases que conforman el *phylum*: Asteroidea (12 especies), Ophiuroidea (15), Echinoidea (13) y Holothuroidea (28) (apéndice 38); no existen registros de la clases Crinoidea y Concentricicloidea. Los equinodermos de Jalisco representan 36% de las especies conocidas para el Pacífico mexicano y casi 19% de las reportadas para todo México (Solís-Marín 1997). Destaca la riqueza de especies de los pepinos de mar (clase Holothuroidea), las cuales se incluyen en 14 géneros, tres órdenes y siete familias. Éstas representan 63% del total de especies para el Pacífico mexicano. La familia Holothuriidae es la más diversa entre los equinodermos de Jalisco, con 13 especies; la mayoría del género *Holothuria* (figura 9). Por su riqueza de especies, destacan las estrellas quebradizas de la familia Ophiodermatidae (clase Ophiuroidea) con cuatro, de las cuales tres pertenecen al género *Ophioderma*. Las estrellas quebradizas *Ophiocoma aethiops* y *O. alexandri* son las más comunes en la costa de Jalisco, se encuentran ocultas debajo de rocas en el intermareal y submareal; también son importantes *Ophiolepis plateia* y *Amphiodia sculptilis*, ya que cuentan con registros únicamente para localidades de la costa del estado (Honey-Escandón *et al.* 2008).

Figura 7. Erizo de mar rosado (*Toxopneustes roseus)* uno de los más comunes en los ambientes marinos de la costa de Jalisco. Foto: Cristian M. Galván Villa.

Figura 8. Los erizos de mar bandeados (*Centrostephanus coronatus*) son invertebrados con mayor actividad durante la noche. Foto: Cristian M. Galván Villa.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 9. La mayoría de los pepinos de mar se encuentran debajo de rocas para protegerse de depredadores, como este ejemplar de *Holothuria impatiens*. Foto: Cristian M. Galván Villa.

Entre los asteroideos más abundantes y comunes están las estrellas de mar *Phataria unifascialis* y *Pharia pyramidatus*, distribuidas en las áreas rocosas del submareal de todo el litoral de Jalisco. En el grupo de los erizos de mar se puede mencionar al erizo rosado (*Toxopneustes roseus*) como uno de los más abundantes, ya que se encuentra en fondos de arenas gruesas y escombros donde existen fragmentos de conchas o pequeñas rocas para cubrirse. Los erizos de mar (*Centrostephanus coronatus, Diadema mexicanum* y *Eucidaris thouarsii*) también son comunes, aunque generalmente se mantienen escondidos durante el día entre las oquedades y grietas de las rocas.

Muchas especies de pepinos de mar de Jalisco se distribuyen de acuerdo con su afinidad a los distintos ambientes costeros; por ejemplo, *Isostichopus fuscus* y *Neothyone gibber* habitan principalmente en las zonas rocosas del intermareal y submareal somero, mientras que *Holothuria inornata* y *H. impatiens* viven en fondos arenosos del submareal, *H. lubrica* en la zona de rompientes de las playas rocosas y *H. difficilis* sobre colonias de coral.

Foraminíferos y Quetognatos

Existe poca información sobre los foraminíferos del Pacífico central mexicano en general, y de la costa de Jalisco en particular, con el registro de 31 géneros (apéndice 39). Estos son principalmente marinos con caparazones calcáreos y la mayoría bentónicos pero las especies de *Globigerina* y otros géneros son planctónicos.

Los quetognatos (gusanos flecha) son organismos planctónicos marinos que presentan cambios estacionales en su biomasa en las áreas oceánicas y costeras. Tienen importancia en las cadenas tróficas como lazos de unión entre los herbívoros y los niveles superiores. En Jalisco se han registrado al menos 13 especies de dos familias (apéndice 40).

Distribución

En los diferentes ambientes marinos, estuarinos, así como en los fondos someros y profundos de la plataforma continental de la costa de Jalisco se ha registrado una variedad importante de macroinvertebrados; sin embargo, su distribución no es homogénea, muchas especies son exclusivas de fondos rocosos, sustrato común en el submareal somero de todo el litoral del estado, mientras que otras predominan en los fondos suaves de tipo arenoso, arcilloso o limoso. Muchas especies también son exclusivas de fondos coralinos, y otras viven sobre las macroalgas e invertebrados sésiles, como corales pétreos, hidroideos, gorgonáceos y esponjas, así como en las conchas de moluscos. Este es el caso de muchos moluscos opistobranquios, ya que la presencia de ciertas especies de hidroideos, macroalgas y briozoos determina su ocurrencia y abundancia debido a que sirven de sustrato, refugio y alimento (Hermosillo *et al.* 2006); por ejemplo,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

las especies del género *Flabellina* (*F. marcusorum*, *F. telja*, *F. bertschi*, *F. cynara*, *F. vansyoci* y *F. fogata*) se alimentan exclusivamente de hidroideos de los géneros *Tubularia* y *Bouganvilla*, por lo que su presencia se relaciona con la distribución de las presas. Algo similar ocurre con los corales pétreos del género *Pocillopora*, que son el hábitat principal de varias especies de moluscos, donde destacan los bivalvos perforadores del género *Lithophaga* y el gasterópodo *Quoyula madreporarum* (López-Uriarte y Velarde-Nuño 2007).

En las playas rocosas y arenosas, y de acuerdo con el ciclo de mareas, los periodos de exposición e inmersión determinan patrones de zonación de las especies de invertebrados a través del intermareal. Estos patrones han sido descritos en el caso de los moluscos gasterópodos y bivalvos de algunas localidades de Jalisco; por ejemplo, en cinco playas rocosas de Bahía Cuastecomate, la abundancia de gasterópodos disminuye de la zona intermareal superior hacia la inferior, mientras que el número de especies aumenta en esa misma dirección; en el caso de los bivalvos, la riqueza de especies también aumenta hacia los niveles inferiores del intermareal, pero la abundancia es mayor en la zona intermedia. Muchas de estas especies son exclusivas de un solo nivel o se encuentran preferentemente en un solo tipo de microhábitat, como las charcas u oquedades y grietas de las rocas. Éste es el caso de los caracoles *Nodilittorina aspera, N. modesta, Nerita scabricosta* y *N. funiculata*; y de las lapas *Siphonaria maura* y *S. palmata*, los cuales son muy abundantes en los niveles superiores de estas playas (Esqueda *et al.* 2000).

Los registros de moluscos de la costa de Jalisco indican que aproximadamente 30% de las especies habita en sustratos duros (rocas, conchas y corales) y 64% en sustratos suaves (arena, arcilla, limo y fango), mientras que los sustratos mixtos, las raíces de mangle y las macroalgas contienen solamente 6% (Ríos-Jara *et al.* 2006). Muchas especies habitan en más de un tipo de sustrato y su distribución puede cambiar durante su ciclo de vida; por ejemplo, los estadios adultos de los camarones peneidos se distribuyen principalmente sobre los fondos finos de la plataforma continental, mientras que los estadios inmaduros (postlarvas) suelen desarrollarse dentro de los esteros.

La distribución de los invertebrados marinos en las extensas áreas de la plataforma continental de Jalisco es heterogénea; sin embargo, se presentan algunos patrones generales, entre los que destacan zonas de mayor abundancia y riqueza de especies. En el caso de los moluscos, se ha reportado la ausencia de organismos vivos a profundidades mayores de 83 m, posiblemente debido a los bajos niveles de oxígeno y a la presencia de una termoclina permanente. La composición de especies en estas zonas tiene relación estrecha con el gradiente de profundidad y los diferentes tipos de sustrato, por lo que muchas son exclusivas de determinadas zonas. La mayor riqueza de especies se presenta en las áreas someras (18 a 40 m) con sustratos arenosos y limo-arenosos (Landa-Jaime y Arciniega-Flores 1998, Pérez-Peña y Ríos-Jara 1998, Ríos Jara *et al.* 2008).

De manera similar se han observado patrones de distribución por profundidad en el caso de los crustáceos de la costa sur de Jalisco; por ejemplo, el cangrejo braquiuro (*Portunus xantusii affinis*) ha sido recolectado con una abundancia numérica mucho mayor (77.1%) de 60 a 80 m de profundidad respecto a otras seis especies de braquiuros, las cuales se encuentran en áreas someras (20 a 40 m) (Landa Jaime *et al.* 2001). Los patrones de distribución de las comunidades de invertebrados marinos de la costa sur de Jalisco, principalmente crustáceos, moluscos y equinodermos de fondos suaves, presentan diferencias significativas en distintas épocas del año. Durante el periodo de agua cálida, la abundancia se concentra a los 60 m; cuando las condiciones cambian a temperaturas bajas con niveles bajos de oxígeno disuelto con la termoclina más próxima a la superficie, la mayor biomasa se concentra a los 20 m y el mayor número de individuos a los 40 m. En general, el mayor número de especies se observa en las zonas someras (20 a 40 m) respecto a las profundas (60 a 80 m) (Godínez-Domínguez y González-Sansón 1999, Godínez-Domínguez *et al.* 2009).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Aunque se sabe poco acerca de la distribución espacial y temporal de las especies pelágicas de la costa del estado, en el caso del zooplancton se han reconocido periodos del año con valores altos de biomasa durante los meses de menor temperatura superficial del mar (enero a mayo) que es cuando existe más influencia de la Corriente de California, mientras que el resto del año los valores bajos de biomasa coinciden con las altas temperaturas superficiales influenciadas por la Corriente Costera de Costa Rica (Franco-Gordo *et al.* 2001, Briseño-Avena 2004). En consecuencia, la región tiene gran variabilidad ambiental debido a la influencia de las aguas frías que provienen del norte y las aguas cálidas del sur. La alternancia de periodos cálidos y templados posiblemente propicia las condiciones para desarrollar una biota marina característica con elementos de zonas templadas y tropicales, que corresponden a las subprovincias biogeográficas del golfo de California y de México (Brown y Lomolino 1998). Esto se refleja en la composición de los invertebrados bentónicos de la costa de Jalisco, donde confluyen elementos de ambas subprovincias.

Importancia ecológica, económica y cultural

No todos los valores atribuidos a los invertebrados marinos son económicos, también los hay intrínsecos. Hay especies poco conocidas y sin utilidad directa, pero que pueden tener enorme valor ecológico, como el caso de los corales pétreos formadores de arrecifes, que constituyen ambientes donde se concentran muchas otras especies. Por otro lado, en los arrecifes rocosos y coralinos, los erizos de mar y algunos moluscos bioerosionadores perforan sustratos duros, como rocas y corales, por lo que contribuyen a modificar el hábitat y a formar arenas, además tienen una función en el control de las macroalgas que constituyen su alimento, lo cual, a su vez, repercute en la presencia de herbívoros y otras categorías mayores en el ecosistema. Igualmente, debido a su forma de vida y alimentación, los gusanos poliquetos modifican los sustratos marinos duros o blandos donde viven, formando galerías que utilizan como refugio. Son considerables las modificaciones de los sustratos duros, ya que alteran la textura superficial y provocan un aumento en el impacto del oleaje. En fondos blandos, los poliquetos cambian las condiciones de oxigenación al formar galerías y modificar la textura del sustrato, puesto que acarrean partículas hacia la superficie de la galería y viceversa; además, contribuyen a estabilizar la línea de costa al reducir la erosión por su selectividad a ciertas partículas del fondo, las cuales usan para formar sus galerías. Funcionan como indicadores de contaminación orgánica, como la especie *Capitella capitata*, que alcanza grandes densidades en sitios perturbados.

La mayoría de los invertebrados marinos de importancia comercial del estado son especies que habitan en la zona litoral, principalmente en las playas rocosas y arenosas, esteros y lagunas costeras, así como en el sublitoral somero. La pesca es de tipo artesanal y, en la mayoría de los casos, multiespecífica. Los pescadores dedicados a la captura de invertebrados realizan esta actividad mediante buceo semiautónomo en embarcaciones tipo panga con motor fuera de borda; por ejemplo, la captura de pulpo está asociada a la de caracoles y langostas; los pescadores también obtienen ostiones de roca, almejas y pepinos de mar (cuando existen permisos especiales), de manera que esta pesquería multiespecífica ofrece más rendimientos y posibilidades de mejorar las capturas en diferentes épocas del año (Ríos-Jara *et al.* 2004).

Muchas especies de los esteros y playas son aprovechados por los habitantes ribereños debido a que son de fácil extracción, además son muy apreciados por su agradable sabor. La carne de las lapas, caracoles, almejas, ostiones, mejillones, quitones, pulpos, cangrejos y langostas de esta región es usada como alimento, y sus conchas como piezas de ornato o artesanías; los corales pétreos, los gorgonáceos y las estrellas de mar también son piezas de ornato comúnes en la tiendas de artesanías. El aprovechamiento de estas especies para autoconsumo o su venta local o regional forma parte importante de la economía de los pobladores costeños, aunque su magnitud no ha sido aún evaluada. En ocasiones, esta

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

actividad es considerada de subsistencia entre las temporadas de captura de otros recursos pesqueros más rentables e, incluso, se combina con la agricultura en pequeñas parcelas, aunque la mayoría de los pescadores se dedican exclusivamente a capturar peces e invertebrados durante todo el año (Ríos-Jara *et al.* 2004).

Los reportes del 2005 indican que en México se extrajeron 280 448 t de invertebrados acuáticos, como camarón, ostión, almeja, jaiba, pulpo caracol, langostino, langosta, erizo, abulón y pepino de mar (en este orden de importancia). Para ese mismo año, en Jalisco se reportaron capturas artesanales (en toneladas) de pulpo (185), ostión (64), langosta (45), langostino (27) y camarón (20), que juntas representan 0.12% de la captura nacional (CONAPESCA 2005). No existen reportes para otras especies de invertebrados marinos que también son aprovechados de forma artesanal en el estado, posiblemente porque no se trata de una pesquería formal, sino esporádica para autoconsumo o para su comercialización a pequeña escala. Los reportes oficiales no detallan las especies capturadas, sino grupos formados de acuerdo con sus nombres comunes, de manera que no se puede conocer la composición específica, y solamente representan una aproximación de su abundancia y distribución.

Uno de estos grupos son los moluscos, que en México son un recurso alimenticio importante (11.13% de la producción pesquera y 23.24% de la acuícola nacional). La costa del Pacífico aporta 8.35% de las capturas y 2.42% de los moluscos cultivados (CONAPESCA 2003). La pesca de moluscos en la costa de Jalisco se concentra en algunas especies de caracoles y casi exclusivamente en una especie de pulpo. Las estadísticas pequeras indican que el pulpo *Octopus hubbsorum* es el invertebrado con más capturas en la costa de la entidad, aunque se han registrado otras especies como *O. bimaculatus* (López-Uriarte *et al.* 2005).

Los caracoles capturados durante la pesquería de pulpo y langosta, o que son extraídos directamente de las playas y esteros, incluyen a los llamados caracoles chinos (géneros *Vokesimurex, Hexaplex, Favartia* y *Murexul*), el caracol panocha (*Astraea* spp.), el caracol burro (*Strombus* spp.), el caracol gorrito (*Calyptraea* spp.), el caracol calavera (*Malea rigens*), el caracol tornillo (*Triplofusus princeps*) y el cambute (*Cantharus* sp.). Entre los bivalvos destacan la pata de mula (*Anadara* spp.), el callo margarita (*Spondylus crassisquama*), la madreperla (*Pictada mazatlanica*), la concha nácar (*Pteria sterna*) y el ostión (*Crassostrea* sp.). Éstas son especies de tallas medianas a grandes y, aunque se utiliza principalmente su carne, las conchas también son usadas en artesanías y como piezas de ornato. Los poliplacóforos, también llamados quitones o cucarachas de mar, son utilizados para autoconsumo y como carnada por los pobladores de la región, principalmente las especies del género *Chiton* que se encuentran en el intermareal rocoso de playas accesibles (Ríos-Jara *et al.* 2001, 2006, Holguín-Quiñónez 2006).

Algunas especies son muy escasas, como la lapa gigante (*Scutellastra mexicana*) debido a que sus poblaciones fueron sobreexplotadas en la década de los años setenta. El caracol púrpura (*Plicopurpura pansa*), valorado por su tinte, es otro recurso que fue explotado en las costas de Jalisco en años anteriores (Ríos-Jara *et al.* 1994, Michel-Morfín *et al.* 2002); sin embargo, en la actualidad no hay evidencias de su uso.

La pesca de la langosta en el Pacífico mexicano incluye principalmente a tres especies (*Panulirus inflatus*, *P. gracilis* y *P. penicillatus*). En Jalisco se obtiene principalmente la langosta azul (*P. inflatus*) cuya captura asciende a 25 t en promedio anual (con un máximo de 66 en 1989, y un mínimo de dos en 1995) (Ríos-Jara *et al.* 2004, Juárez-Carrillo *et al.* 2006). La producción en Jalisco no es comparable con la pesquería en Baja California, pero proporciona un ingreso importante a los pescadores locales. Michel-Morfín *et al.* (2006) consideran que muchos crustáceos que habitan en la zona cercana al fondo de la plataforma continental de Jalisco y Colima tienen potencial de explotación pesquera, y explican la importancia de diferentes especies de camarones, cangrejos y estomatópodos de la región como parte de la fauna de acompañamiento de la pesquería de camarones peneidos comerciales, ya que la región

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

es considerada de tránsito y eventual pesca para la industria camaronera de altamar en el Pacífico mexicano.

Los invertebrados marinos también tienen potencial como bioindicadores de contaminación o de procesos ambientales en la selección de áreas para establecer reservas marinas, o como agentes en la biorremediación de los efluentes de tanques acuícolas; además son fuente importante de materia prima en la industria de productos cosméticos y farmacéuticos, como el caso de los moluscos opistobranquios, que son usados en la investigación de productos naturales para aislar y producir compuestos químicos activos que pueden servir como antibióticos y agentes quimioterapéuticos. Algunas especies registradas en Jalisco son invaluables en investigaciones biomédicas, como *Aplysia californica* (Hermosillo *et al.* 2006).

También es importante considerar el valor recreativo, estético y cultural de los invertebrados marinos; por ejemplo, durante el buceo recreativo en distintos sitios turísticos de Jalisco como Puerto Vallarta, Tenacatita y Chamela, se llevan a cabo recorridos submarinos en áreas con arrecifes rocosos y agregaciones coralinas, que son preferidos por su gran biodiversidad y la oportunidad de observar especies con formas y colores atractivos, como los abanicos de mar, corales, anémonas, esponjas, babosas de mar, entre otras.

Situación y estado de conservación

Los principales esfuerzos para conservar los invertebrados marinos de Jalisco deben estar encaminados hacia la investigación de los ecosistemas, la educación ambiental, la actualización y adecuación de los mecanismos de regulación y vigilancia. Al igual que en otras regiones de México, la principal preocupación es el deterioro de los ecosistemas costeros y la consecuente pérdida de la biodiversidad en todo el litoral jalisciense.

En Jalisco no existe un inventario completo de los invertebrados marinos, y muchos grupos taxonómicos aún no han sido estudiados. Las especies de importancia comercial requieren datos precisos de la actividad pesquera para conocer la cantidad de biomasa que es explotada.

En este sentido, también es necesario actualizar la reglamentación y evaluar la eficiencia de las artes de pesca utilizadas en el estado debido a que la normatividad para muchas de las especies fue establecida con base en poblaciones de otras regiones del Pacífico mexicano. Se requieren igualmente más esfuerzos para vigilar que se cumpla con la talla mínima de captura y las vedas.

Ejemplo de esto es la langosta azul (*Panulirus inflatus*), principal especie de langosta capturada en Jalisco para la cual existe poca información, por lo que la reglamentación está basada en estudios realizados con la langosta roja (*P. interruptus*) de Baja California. Recientemente, Juárez-Carrillo *et al.* (2006) sugirieron que se otorguen cierto número de permisos debido a que hay años con incrementos extraordinarios de la captura, por lo que se puede establecer una cuota anual definida con base en la evolución anual del recurso al considerar también su comportamiento migratorio.

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 se incluyen solamente cuatro especies de invertebrados marinos de Jalisco, las cuales se encuentran en la categoría de sujetas a protección especial, y son el caracol gorrito (*Crucibulum scutellatum*), pepino de mar (*Istichopus fuscus* ahora como *Isostichopus fuscus*), madre perla (*Pinctada mazatlanica*) y caracol de tinta (*Purpura patula pansa* ahora como *Plicopurpura pansa*), este último endémico de México (SEMARNAT 2010); sin embargo, se han propuesto correcciones y adiciones a esta norma.

El pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) es otro recurso potencial importante. Esta especie fue capturada en todo el Pacífico mexicano para exportarla al continente asiático, donde tiene gran demanda y precio elevado; sin embargo, en 1994 fue considerada en peligro de extinción en la Norma Oficial Mexicana y, después de su recuperación, considerada como sujeta a protección

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

especial en el 2001. Se ha sugerido que podría soportar una extracción comercial si se sometiera a un régimen de pesca estricto de cuotas y vedas (Nuño-Hermosillo *et al.* 2006).

Se considera que en Jalisco hace falta revisar algunas especies para su posible inclusión, como el caracol gorrito (*Calyptraea spirata*) (Ríos-Jara *et al.* 2003), el pepino de mar (*Holothuria inornata*) y diferentes especies de cucarachas de mar (*Chiton* spp.), las cuales son extraídas del medio natural sin control alguno.

Oportunidades o acciones de conservación

Una alternativa de aprovechamiento de los invertebrados de la costa de Jalisco es la acuicultura. Con base en experiencias de otras regiones del Pacífico mexicano, muchas especies del estado tienen potencial acuícola importante, según lo señala la Dirección General de Acuacultura de la SAGARPA (INAPESCA 2006); por ejemplo, los ostiones de roca (*Crassostrea prismatica*) y de mangle (*C. palmula*) han sido objeto de experiencias de cultivo comercial de tipo extensivo y semiintensivo principalmente en Nayarit, Sinaloa y Sonora, donde tienen un gran valor comercial (Sevilla-Hernández 1993), por lo que pueden considerarse recursos acuícolas potenciales para la entidad. Además, existen experiencias sobre el cultivo, crecimiento y supervivencia del ostión del Pacífico (*Crassostrea gigas*) en la laguna de Barra de Navidad (García-Ulloa Gómez *et al.* 2006) que sugieren la posibilidad de desarrollar cultivos exitosos en esta laguna del sur del estado.

Algunas áreas del territorio jalisciense deben tener atención especial. La acción de conservación más obvia sería la protección adecuada de las actuales áreas naturales protegidas (ANP) de la región, entre éstas se encuentran el Santuario Islas e islotes de la bahía Chamela, el Parque Nacional Islas Marietas y la Zona de Refugio para la Protección de Flora y Fauna Marina de Los Arcos. Las islas Marietas, aunque se encuentran geográficamente en Nayarit, son notablemente influenciadas por el turismo de Puerto Vallarta, Jalisco. Ninguna de estas áreas protegidas debe cerrarse al turismo o a la pesca, más bien deben apegarse a los planes de manejo específicos de cada una.

En la costa del estado destaca el arrecife de coral de playa Mora localizado en la bahía de Tenacatita. Al igual que todos los demás arrecifes mexicanos, éste muestra evidencia de los efectos negativos derivados del impacto que provocan las actividades humanas como la pesca y el turismo; este arrecife de coral es el más grande de Jalisco y alberga una gran biodiversidad. Se han registrado más de 150 especies de macroinvertebrados principalmente crustáceos, moluscos y equinodermos, así como siete especies de corales (López-Uriarte y Ríos-Jara 2004). Las estructuras coralinas que forman el arrecife se encuentran desde el borde de la playa hasta aproximadamente 9 m de profundidad.

Durante las mareas más bajas del año, la parte superior del arrecife queda expuesto, por lo que es accesible desde la orilla y no es raro encontrar visitantes caminando sobre las estructuras coralinas; desafortunadamente no existe vigilancia, sólo se encuentran algunos letreros informativos con un sencillo reglamento, el cual generalmente es ignorado. Los mismos habitantes de la localidad han expuesto su preocupación e interés por protegerlo, pero es necesario que intervengan las autoridades correspondientes. Debido a que cumple con las principales características consideradas en los criterios de selección de las ANP como una gran riqueza de especies, la presencia de un ecosistema de distribución restringida en el estado (y toda la región Pacífico central) representado por el mismo arrecife coralino, la importancia de los servicios ambientales generados y la viabilidad social para su preservación, el arrecife de playa Mora debe ser considerado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) como un área prioritaria para conservar la biodiversidad y usar de manera sustentable sus recursos, los cuales proporcionan beneficios a los habitantes de las localidades cercanas y de toda la región.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los manglares de Jalisco contienen un número importante de especies de invertebrados característicos de ambientes estuarinos. Es evidente el deterioro de estos ecosistemas, por lo que se recomienda cumplir y hacer cumplir la ley que protege los manglares y dar seguimiento a la contaminación por plaguicidas y materia orgánica en los ríos y otros cuerpos de agua estuarinos. Sólo así se asegurará al mismo tiempo la biodiversidad de los invertebrados y peces y, en consecuencia, el bienestar de los seres humanos.

Conclusión y recomendaciones

El aprovechamiento sustentable de los invertebrados marinos de la región requiere de estudios sobre su biología y ecología; además, debido a que muchas especies no son aprovechadas, éstas representan recursos potenciales que deben estudiarse para su posible explotación mediante prácticas acuícolas, mediante su industrialización a mediana y pequeña escala al utilizar mecanismos que permitan mejorar su comercialización y valor agregado. La acuicultura es una alternativa que deberá ser considerada para muchas especies de invertebrados de la costa de Jalisco, además se recomienda evaluar los recursos potenciales y aplicar la tecnología y experiencias de otras regiones del Pacífico mexicano.

Referencias

Álvarez, F. y A. Celis. 2004. On the occurrence of *Conchoderma virgatum* and *Dosima fascicularis* (Cirripedia, Thoracica) on the sea snake, *Pelamis platurus* (Reptilia, Serpentes) in Jalisco, Mexico. *Crustaceana* 77(6): 761-764.

Álvarez del Castillo, M.A., M.E. Hendrickx y C.S. Rodríguez. 1992. Crustáceos decápodos de la laguna Barra de Navidad, Jalisco, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 27:9-27.

Arciniega-Flores, J., V. Landa-Jaime y G. González-Sansón. 1998. Distribution and abundance of soft-bottom stomatopod crustaceans off the coast of Jalisco and Colima, Mexico. *Ciencias Marinas* 24(2):169-181.

Ayón-Parente, M., M.E. Hendrickx y E. Ríos-Jara. 2012. Notes on two species of *Processa* (Decapoda: Processidae) from the Mexican Pacific. *Nauplius* 20(1):63-73.

Ayón-Parente, M., M.E. Hendrickx y C.M. Galván-Villa. 2015. A new species of the genus *Typton* Costa (Crustacea: Decapoda: *Palaemonidae*: *Pontoniinae*) from the eastern tropical Pacific. *Zootaxa* 3926(3):430-438.

Bastida-Izaguirre, D., M. Ayón-Parente, J. Salgado-Barragán, *et al.* 2013. New records of hermit crabs (Crustacea: Decapoda: *Paguroidea*) from Chamela Bay Islands Sactuary, Jalisco, Mexico: with comments about the use of empty shells as habitat. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:782-791.

Bouchet, P. 2006. The magnitude of marine biodiversity. En: *The exploration of marine biodiversity: scientific and technological challenges.* C.M. Duarte (ed.). Fundación BBVA, pp. 31-62.

Bouchet, P., P. Lozouet, P. Maestrati y V. Heros. 2002. Assessing the magnitude of species richness in tropical marine environments: exceptionally high numbers of mollusks at a New Caledonia site. *Biological Journal of the Linnean Society* 75:421-436.

Bouchet, P. y J.P. Rocroi. 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacologia* 47(1-2):1-397.

Breedy, O y H.M. Guzmán. 2003. A new species of *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) from Panamá. *Zootaxa* 128:1-10.

—. 2007. A revision of the genus *Leptogorgia* Milne Edwards y Haime, 1857 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) in the eastern Pacific. *Zootaxa* 1419: 1-90

Briseño-Avena, C. 2004. *Biomasa y composición del zooplancton de bahía Chamela, Jalisco y bahía Manzanillo, Colima, durante un ciclo anual (2001-2002)*. Tesis de licenciatura en Biología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

Brown, J.H. y M.V. Lomolino. 1998. *Biogeography.* Sinauer, Sunderland.

Carballo, J.L., J.A. Cruz-Barraza, H. Nava y E. Bautista-Guerrero. 2008. *Esponjas perforadoras de sustratos calcáreos: importancia en los ecosistemas arrecifales del Pacífico este*. CONABIO. México.

Caso, M.E. 1961. *Los equinodermos de México.* Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Coan, E.V. y P. Valentich-Scott. 2012. *Bivalve seashells of tropical west America. Marine bivalve mollusks from Baja California to northern Perú.* Santa Bárbara Museum of Natural History.

CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2003. Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2003. SAGARPA. México. En: <*http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_anuario_estadistico_de_pesca*>, última consulta: 10 de junio de 2013.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

—. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2005. Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2005. SAGARPA. México. En: <*http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_anuario_estadistico_de_pesca*>, última consulta: 10 de junio de 2013.

Daly, M., M. R. Brugler, P. Cartwright, *et al.* 2007. The *Phylum* Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 Years after Linnaeus. *Zootaxa* 1668:127-182.

Espinosa-Pérez, M.C. y M.E. Hendrickx. 2001. Checklist of isopods (Crustacea: Peracarida: Isopoda) from the Eastern tropical Pacific. *Belgian Journal of Zoology* 131(1):43-51.

Esqueda, M.C., E. Ríos-Jara, J.E. Michel-Morfin y V. Landa-Jaime. 2000. The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical* 48(4): 765-775.

Fernández-Álamo, M.A. 2000. Catálogos de Cnidaria (Sifonóforos y medusas), Annelida (Poliquetos) y Chaetognatha de bahía de Banderas. Informe final proyecto No. S147. CONABIO. México.

Franco-Gordo, C., E. Godínez-Domínguez y E. Suárez-Morales. 2001. Zooplankton biomass variability in the Mexican Eastern Tropical Pacific. *Pacific Science* 55(2):191-202.

Galván-Villa, C.M. y M. Ayón-Parente. 2015. *Caprella suprapiscis* sp. nov. (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae) from the Pacific coast of Mexico. *Zootaxa* 3956(4), 569-578.

García-Ulloa Gómez, M., M.C. Gallo-García, O.A. González-Ochoa y R.A. Chávez-Zazueta. 2006. Cultivo del ostión japonés *Crassostrea gigas* en la costa media del Pacífico mexicano. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y Michoacán.* M.C. Jiménez-Quiroz, E. Espino-Barr y R.M. Guzmán-Barrera (eds.). Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Colima. Instituto Nacional de la Pesca. México, pp. 580-587.

Gasca, R. 2002. Lista faunística y bibliografía comentadas de los sifonóforos (Cnidaria: Hydrozoa) de México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoología* 73(2):123-143.

Godínez-Domínguez, E. y G. González-Sansón. 1998. Variation of the bathymetric distribution patterns of the macrobenthic fauna on the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico. *Ciencias Marinas* 24(3):337-351.

—. 1999. Diversity of soft-bottom macroinvertebrates from the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico. *Ciencias Marinas* 25(4): 609-627.

Godínez-Domínguez, E., J. Freire, C. Franco-Gordo y G. González-Sansón. 2009. Decomposing diversity patterns of a soft-bottom macroinvertebrate community in the tropical eastern Pacific. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89(1):31-38.

González-Villarreal, L.M. 2005. Atlas de los gasterópodos marinos de bahía de Tenacatita, Jalisco. *Scientia-CUCBA* 7(1): 1-84.

Gosliner, T., D. Behrens y G. Williams, 1996. *Coral reef animals of the Indo-Pacific: Animal life from Africa to Hawaii exclusive of the vertebrates*. Sea Challengers, Monterrey.

Grassle, J.F. y N.J. Maciolek. 1992. Deep-sea species richness: regional and local diversity estimates from quantitative bottom samples. *American Naturalist* 139:313-341.

Hendrickx, M.E. 1993. Crustáceos decápodos del Pacífico mexicano. En: *Biodiversidad marina y costera de México*. S. I. Salazar Vallejo y N. E. González (eds.). CONABIO/CIQRO, Chetumal, pp. 271-318.

Hendrickx, M.E. y J. Salgado-Barragán. 2002. Stomatopoda. En: *Diversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento.* J.J. Morrone-Lupi, J.E. Llorente-Busquets y H. Ponce (eds.). Volumen III. Modern approaches to the study of Crustacea. Kluwer Academic Publications, pp. 373-400.

Hendrickx, M.E., R.C. Brusca y L.T. Findley. 2005. *A distributional checklist of the macrofauna of the gulf of California, Mexico*. Arizona-Sonora Desert Museum.

Hermosillo, A., D.W. Behrens y E. Ríos-Jara. 2006. *Opistobranquios de México. Guía de babosas marinas del Pacífico, golfo de California y las islas oceánicas*. CONABIO. Guadalajara.

Hernández-Vázquez, S. y C. Valadez-González. 1998. Observations of the epizoa found on the turtle *Lepidochelys olivacea* at La Gloria, Jalisco, Mexico. *Ciencias Marinas* 24(1):119-125.

Holguín-Quiñónez, O.E. 2006. Moluscos bentónicos de interés económico y potencial de las costas de Michoacán, Colima y Jalisco, México. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y Michoacán*. M.C. Jiménez-Quiroz, E. Espino-Barr y R.M. Guzmán-Barrera (eds.). Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Colima. Instituto Nacional de la Pesca. México, pp. 121-134.

Honey-Escandón, M., F.A. Solís-Marín y A. Laguarda-Figueras. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico mexicano. *Revista de Biología Tropical* 56: 57-73.

INAPESCA. Instituto Nacional de la Pesca. 2006. Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo. SAGARPA. México. En: <*http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/pelagicos/libro_Rojo.pdf*>, última consulta: 22 de febrero de 2013.

Juárez-Carrillo, E., E. Ríos Jara, E. López-Uriarte, *et al.* 2006. Biología y pesca de la langosta azul de roca *Panulirus inflatus* en la costa central de Jalisco. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y Michoacán.* Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Colima. M.C.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Jiménez-Quiroz, E. Espino-Barr y R.M. Guzmán-Barrera (eds.). Instituto Nacional de la Pesca. México, pp. 448-462.

Keen, M.A. 1971. *Sea shells of tropical western America*. Stanford University Press, Stanford.

Landa-Jaime V., J. Arciniega-Flores, R. García de Quevedo-Machain, *et al.* 1997. Crustáceos decápodos y estomatópodos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 23(4): 403-417.

Landa-Jaime, V. y J. Arciniega-Flores. 1998. Macromoluscos bentónicos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 24(2): 155-167.

Landa-Jaime, V., J. Arciniega-Flores y J.E. Michel-Morfin. 2001. Variación estacional de los crustáceos de la familia portunidae en la plataforma continental de Jalisco y colima, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 35(2):178-197.

López-Uriarte, E. y E. Ríos-Jara. 2004. *Guía de macrofauna marina asociada a comunidades de coral del Pacífico central mexicano: corales y crustáceos.* Universidad de Guadalajara.

López-Uriarte, E., E. Ríos-Jara y M. Pérez-Peña. 2005. Range extension for *Octopus hubbsorum* Berry 1953 (Mollusca: Octopodidae) in the Mexican Pacific. *Bulletin of Marine Science* 77(2):171-175.

López-Uriarte, E. y C.V. Velarde-Nuño. 2007. Moluscos asociados al coral ramoso del género *Pocillopora* Lammark, 1818, en playa Mora, Jalisco, México. En: *Estudios sobre la malacología y conquiliología en México.* E. Ríos-Jara, M.C. Esqueda-González y C.M. Galván-Villa (eds.). Universidad de Guadalajara, México, pp. 53-55.

López-Uriarte, E., E. Ríos-Jara, C.M. Galván-Villa, *et al.* 2009. Macroinvertebrados bénticos del litoral somero de punta La Rosada, bahía Chamela, Jalisco. *Scientia-CUCBA* 11(1-2): 57-68.

Michel-Morfin, J.E., E.A. Chávez y L. González. 2002. Population structure, effort and day yielding of the snail *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) in the Mexican Pacific. *Ciencias Marinas* 28(4): 357-368.

Michel-Morfin, J.E., J. Arciniega-Flores, V. Landa-Jaime y R. García de Quevedo-Machain. 2006. Crustáceos demersales de importancia pesquera en la plataforma continental de Jalisco y Colima. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y Michoacán.* C. Jiménez-Quiroz, E. Espino-Barr y R.M. Guzmán-Barrera (eds.). Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Colima. Instituto Nacional de la Pesca. México, pp. 135-148.

Nepote, A.C. 1998. *Holoturias (Echinodermata: Holothuroidea) de las Islas Marietas, Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México.* Tesis de licenciatura en Biología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

Nuño-Hermosillo, A., J.L., Gómez-Márquez, E. Espino-Barr y E. Ríos-Jara. 2006. Aspectos biológico-pesqueros de la población del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en Chamela, Jalisco, México. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y Michoacán.* M.C. Jiménez-Quiroz, E. Espino-Barr y R.M. Guzmán-Barrera (eds.). Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, pp. 463-476.

Pérez-Peña, M. y E. Ríos-Jara. 1998. Gastropod mollusks from the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico: Species collected with a trawl net. *Ciencias Marinas* 24(4): 425-442.

Raymundo-Huizar A.R. y M. Saucedo-Lozano. 2008. Feeding habits of the triglid fish *Prionotus ruscarius* (Gilbert and Starks, 1904) during 1996, on the Jalisco and Colima coast, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43(1): 7-15.

Reaka-Kudla, M.L. 1997. The global biodiversity of coral reefs: A comparison with rainforests. En: *Biodiversity II: understanding and protecting our natural resources.* M.L. Reaka-Kudla, D.E. Wilson y E.O. Wilson (eds.). Joseph Henry/National Academy Press, Washington, pp. 83-108.

Reyes-Bonilla, H., L.E. Calderón-Aguilera, G. Cruz-Piñón, *et al.* 2005. Atlas de corales pétreos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico mexicano. CICESE/CONABIO/CONACYT/ U de G/ Umar, México.

Ríos-Jara, E., H.G. León Álvarez, L. Lizárraga Chávez y J.E. Michel Morfín. 1994. Producción y tiempo de recuperación del tinte de *Plicopurpura patula pansa* (Neogastropoda: Muricidae) en Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical.* 42(3): 537-545.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, R. Beas-Luna, *et al.* 2001. Gastropods and bivalves of commercial interest from the continental shelf of Jalisco and Colima, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 49(3): 785-789.

Ríos-Jara, E., C.C. Hernández-Cedillo, E. Juárez-Carrillo, *et al.* 2003. Aprovechamiento del caracol gorrito *Calyptraea spirata* (Forbes, 1952) (Prosobranchia: Calyptraeidae) en la costa central de Jalisco, México. *Scientia-CUCBA* 5 (1-2): 31-41.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. Juárez-Carrillo, *et al.* 2004. *La pesca artesanal en las costas de Jalisco y Colima.* Universidad de Guadalajara.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, M. López-Uriarte, *et al.* 2006. Biodiversidad de moluscos marinos de la costa de Jalisco y Colima, con anotaciones sobre su aprovechamiento en la región. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalis-*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

co, Colima y Michoacán. M.C. Jiménez-Quiroz, E. Espino-Barr y R.M. Guzmán-Barrera (eds.). Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Colima. Instituto Nacional de la Pesca. México, pp. 103-120.

Ríos-Jara, E., E. López-Uriarte y C.M. Galván-Villa. 2008. Bivalve molluscs from the continental shelf of Jalisco and Colima, Mexican Central Pacific. *American Malacological Bulletin* 26(1-2):119-131.

Salgado-Barragán, J., M.E. Hendrickx y C.M. Galván-Villa. 2013. New records of gonodactylids (Crustacea: Stomatopoda: Gonodactylidae) from the Pacific Coast of Mexico with remarks on the morphology of Neogonodactylus lalibertadensis (Schmitt, 1940). *Zootaxa* 3681(2): 155-162.

Salgado-Barragán, J., M. Ayón-Parente y M.E. Hendrickx. 2014. A new species of Leptalpheus Williams, 1965 and new records of *L. mexicanus* Ríos & Carvacho, 1983 and *L. hendrickxi* Anker, 2011 (Crustacea: Decapoda: Alpheidae) from the Pacific coast of Mexico. *Zootaxa* 3835(4):573-582

Saucedo-Lozano, M., G. González-Sansón y X. Chiappa-Carrara. 1999. Natural feeding of juveniles of *Lutjanus peru* (Nichols and Murphy, 1922) (Lutjanidae: perciformes) off the coast of Jalisco and Colima, Mexico. *Ciencias Marinas* 25(3):381-400.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sevilla-Hernández, M.L. 1993. *Las ostras de México: aspectos básicos para su cultivo*. Editorial Limusa, México.

SIIT. Sistema Integrado de Información Taxonómica. 2009. SIIT*mx. En: <*http://siit.conabio.gob.mx/pls/itisca/taxaget?p_ifx=itismx&p_lang=es*>, última consulta: 20 de junio de 2013.

Skoglund, C. 2001. Panamic province bivalve molluscan literature. Additions and changes from 1971 through 2000. I Bivalvia II Polyplacophora. The Festivus. XXXIII Supplement.

—. 2002. Panamic province bivalve molluscan literature. Additions and changes from 1971 through 2001. III Gastropoda. The Festivus. XXXIII Supplement.

SMEBD. 2009. World register of marine species. En: <*http://www.marinespecies.org*>, última consulta: 20 de junio de 2013.

Solís-Marín, F.A. 1997. Catálogo de los equinodermos recientes de México. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Informe final proyecto No. G010. CONABIO México.

Solís-Marín, F.A., M.D. Herrero-Pérezrul, A. Laguarda-Figueras y J. Torres-Vega. 1993. Asteroideos y equinoideos de México (Echinodermata). En: *Biodiversidad marina y costera de México*. S.I. Salazar Vallejo y N.E. González (eds.). CONABIO/CIQRO, Chetumal, pp. 91-105.

Valadez-González, C., B.A., Palomino S.H. Vázquez. 2001. Hábitos alimentarios de la raya *Urobatis halleri* (Cooper 1863) (Chondrichthyes: Urolophidae) capturada en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 27(1):91-104.

Varela-Hernández, J.J. 1993. *Anélidos poliquetos de la plataforma continental de Jalisco, México*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias. Universidad de Guadalajara.

Williams, A.B. 1986 *Upogebia*, from the Eastern Pacific (Thalassinoidea: Upogebiidae). *Memoir of the San Diego Society of Natural History* 14:1-60.

Yánez-Rivera, J.L. 1989. *Estudio ecológico de las comunidades de gasterópodos macroscópicos de algunas playas rocosas de la costa del estado de Jalisco, México.* Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Guadalajara.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Zooplancton de las costas de Jalisco

María del Carmen Navarro Rodríguez, Luis Clemente Jiménez Pérez, Luis Fernando González Guevara y Ramiro Flores Vargas

Introducción

En el océano, cuerpos estuarinos y aguas continentales, vive un conjunto de animales de distintas formas, tamaños y colores que flota a la deriva debido a su limitado poder de locomoción; estos organismos son conocidos como zooplancton. La mayoría se encuentra en el rango de 1 mm a 10 cm e incluye diferentes especies de medusas, salpas, larvas de peces (ictioplancton), organismos unicelulares (rotíferos, radiolarios y foraminíferos), hasta especies de talla mayor, como las medusas conocidas como aguas malas (*Pelagia noctiluca*) y la fragata portuguesa (*Physalia physalis*) que suelen ser dominantes en ciertas épocas del año (Wilson 1947). En el zooplancton se encuentran adultos y organismos en etapas larvarias, algunos forman parte del plancton toda su vida (holoplancton), mientras que otros pasan sólo una parte de su ciclo vital (meroplancton). La fauna holoplanctónica está dominada por especies de copépodos, quetognatos, eufaúsidos, salpas y tintínidos; mientras que la fauna meroplanctonica está representada por larvas de balanos, cangrejos, poliquetos, moluscos y peces (ictioplancton). Todos presentan una gran diversidad, formas de nutrición, reproducción y de vida (Barnes 1986) (figuras 1 y 2).

Diversidad

Se ha estimado que, a escala mundial, existen 36 mil especies zooplanctónicas (Lenz 2000), de las cuales 10 mil pertenecen al holoplancton y 26 mil al meroplancton. Sin embargo, en México no se ha efectuado un cálculo de la biodiversidad de todos los organismos de zooplancton. Las especies que hasta ahora se han reportado para el estado son 169 (apéndice 41), de las cuales, 107 son meroplanctónicas (larvas de peces) y 62 holoplanctónicas (conformados por copépodos y quetognatos). Existen estudios aislados de algunos grupos taxonómicos para las costas de Jalisco; por ejemplo, en la plataforma continental se han registrado 13 especies del quetognatos (Bernache 1993, Arciniega-Flores 1994) y 49 especies de copépodos, las especies dominantes son *Subeucalanus subcrassus, Temora discaudata, Undinula vulgaris, Euchaeta marina, Centropages furcatus* y *Candacia catula* (Suárez-Morales *et al.* 2000), y 32 especies de anfípodos, de las cuales *Hyperioides longipes* y *Lestrigonus fabrei* fueron las más representativas (Díaz-Vázquez 1992). En el Pacífico central se han descrito 28 especies de eufáusidos; sin embargo, solo cinco se han reportado en la zona costera del estado, las más abundantes y mejor distribuidas son *Euphausia lamelligera* y *E. distinguenda* (Shybia-Soto 1992).

Los primeros estudios sobre el icitioplancton (larvas de peces) en las costas de Jalisco, fueron realizados por Ahlstrom (1972), quien encontró que los grupos de peces que dominaron fueron las familias Gonostomatidae, Myctophidae, Nomeidae, Sternoptychidae y Bregmacerotidae; así como el orden Anguiliformes. Por su parte, Acal (1991) explicó que la diversidad de las larvas de peces del litoral del Pacífico mexicano (de Sinaloa hasta Guerrero) está constituida por 40 familias y 129 especies; también indicó que la abundancia del ictioplancton en la región central de Jalisco

Navarro-Rodríguez, M.C., L.C. Jiménez-Pérez, L.F. González-Guevara y R. Flores-Vargas. 2017. Zooplancton de las costas de Jalisco. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 271-278.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

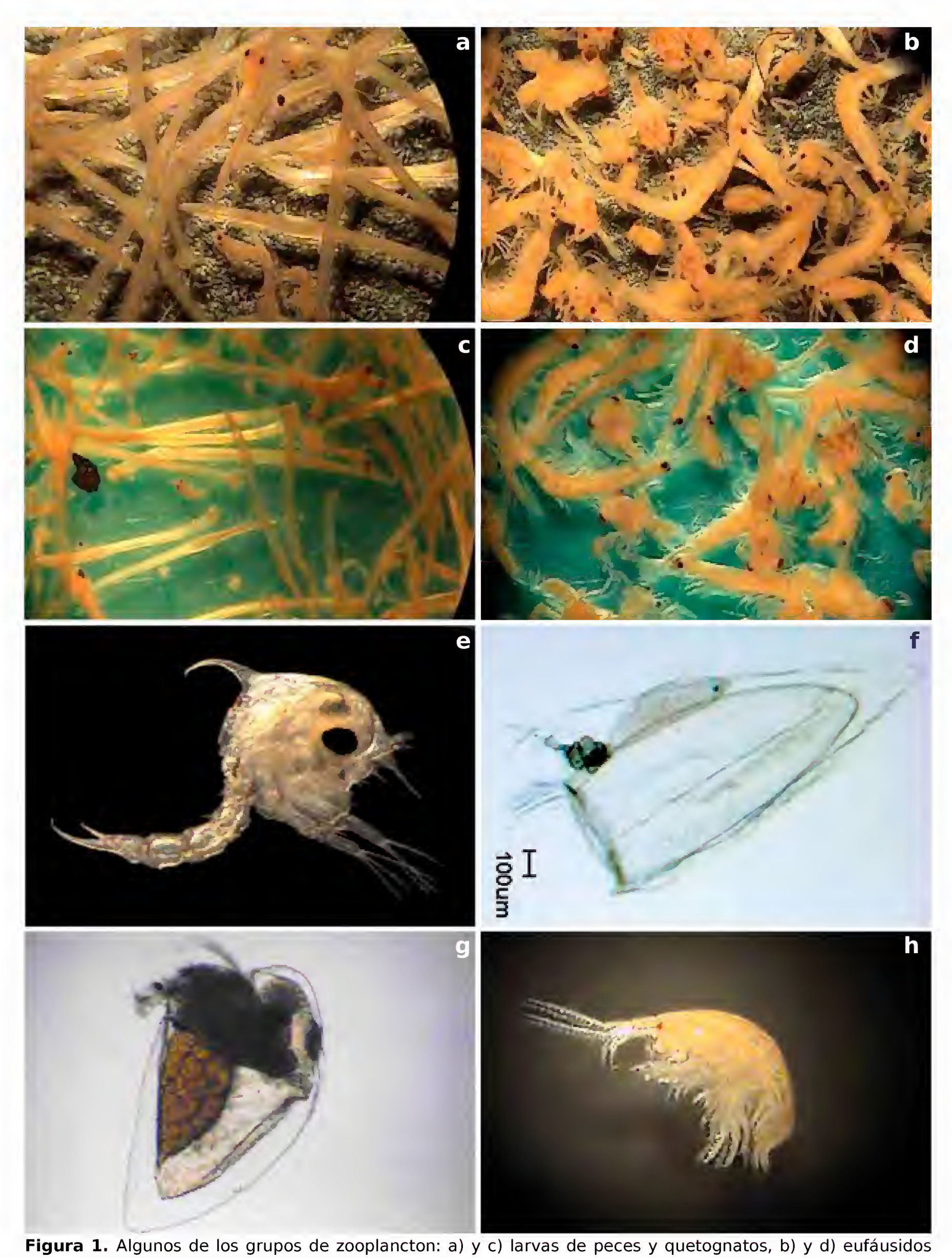


Figura 1. Algunos de los grupos de zooplancton: a) y c) larvas de peces y quetognatos, b) y d) eufáusidos y algunas larvas zoeas de otros crustáceos, en las costas de Jalisco, e) larva de *Uca pugilator*, f) sifonóforo *Muggiaea* sp., g) cladócero *Evadni normanii*, h) anfípodo. Fotos: María del Carmen Navarro Rodríguez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

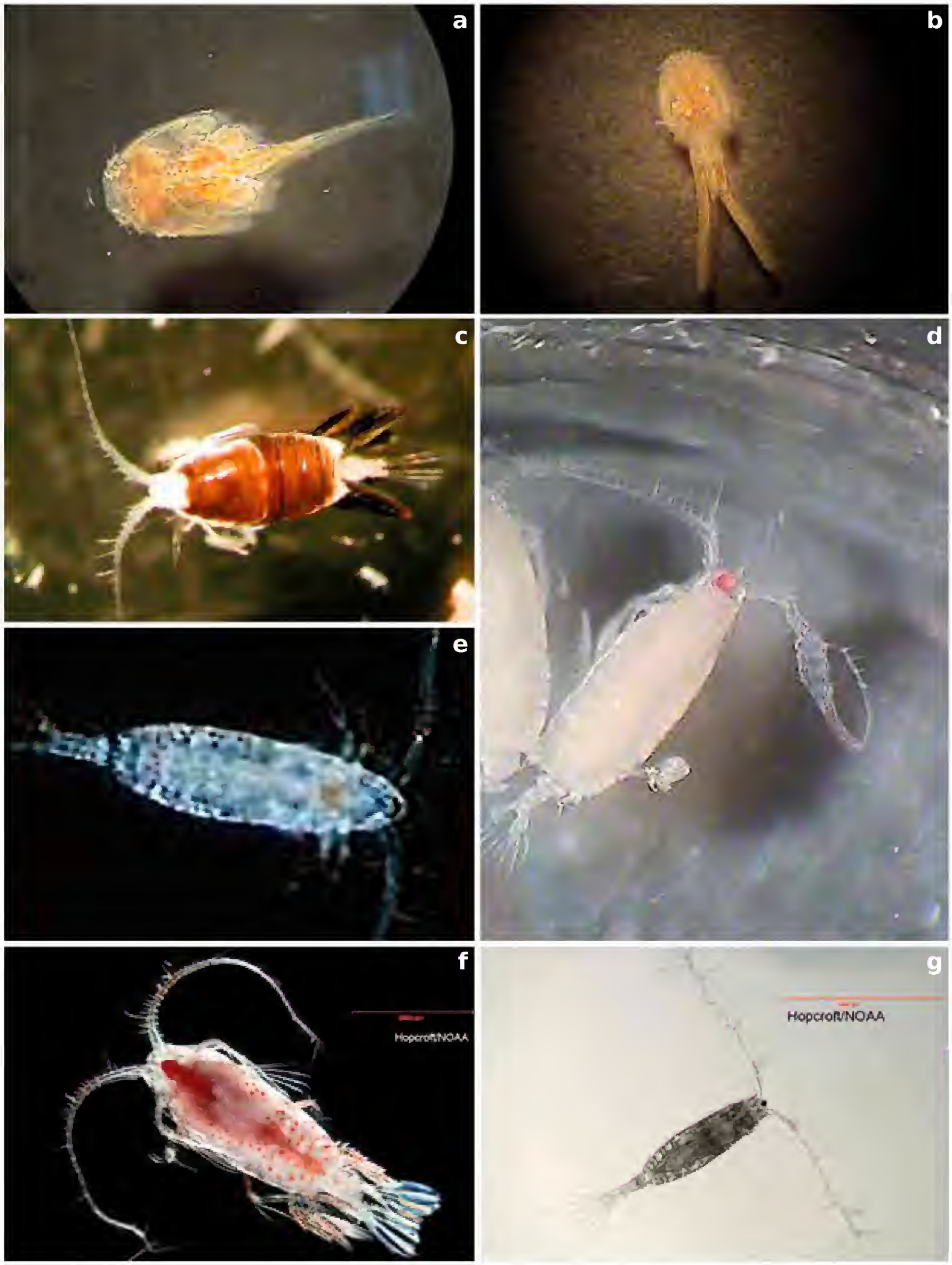


Figura 2. Zooplancton, copépodos: a) y b) copépodo parásito de peces *Caligus* sp., c) *Candacia armata*, d) *Labidocera acuta* macho, e) *Acartia tonsa*, f) *Geatanus brevispinus*, g) *Acartia longiremis*. Fotos: María del Carmen Navarro Rodríguez (a-e), Russell Hopcroft (f-g).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

consistió fundamentalmente en especies de aguas profundas (*Bregmaceros bathymaster, Vinciguerria lucetia*, *Diogenichthys laternatus,* entre otras). Franco-Gordo *et al.* (1999) elaboraron, para las costas de Jalisco y Colima, un listado sistemático con 102 especies cuya riqueza específica estuvo representada por las familias Carangidae, Cynoglossidae y Paralichthydae, con un dominio absoluto en la zona por la familia Bregmacerotidae; sin embargo, en algunos años puede aumentar la cantidad de familias debido al desplazamiento de las especies, a las modificaciones en el hábitat, a las direcciones de las corrientes y otros factores; por ejemplo, durante el ciclo anual 1993-1994 fueron reportadas las familias Engraulidae, Clupeidae, Myctophidae, Atherinidae, Gobiidae y Scorpaenidae como las más abundantes en la zona Barra de Navidad (Navarro-Torres 1995). Por otro lado, en los sistemas estuarinos, como la laguna El Quelele y el estero el Salado, las comunidades ictioplanctónicas están representadas principalmente por anchoa (*Engraulis mordax*), dormilón o roncador (*Dormitator latifrons*) y pámpano fino (*Trachinotus rhodopus*) (Navarro-Rodríguez *et al.* 2004, 2006).

Distribución

Los organismos del zooplancton se encuentran en todos los mares y océanos del mundo, así como en todos los cuerpos de agua continentales, ríos y esteros. Sus patrones de distribución y abundancia son gobernados por la profundidad, la distancia a la costa y la época del año. Respecto a la profundidad, estos organismos son abundantes en las aguas superficiales y disminuyen al aumentar la profundidad sin llegar a desaparecer, pues se han encontrado especies raras en las grandes fosas oceánicas. Una de sus principales características es su comportamiento migratorio de tipo vertical. Típicamente, el zooplancton que se encuentra durante el día en las aguas superficiales es menos abundante y diverso que en la noche, y la amplitud de las migraciones varía de una especie a otra. Los taxa pequeños (larvas de copépodos, de decápodos y de peces) pueden migrar 100 m o menos, mientras que los taxa grandes (eufáusidos y decápodos) pueden hacerlo más de 800 m. Respecto a la distancia, el zooplancton tiende a ser más abundante cerca de la costa que en mar abierto, aunque algunas poblaciones presentan un patrón opuesto que parece corresponder al área de desove de los adultos; por ejemplo, Navarro-Rodríguez y colaboradores (2001) indican que en las costas de Jalisco y Colima la mayor incidencia de larvas de peces de las familias Sciaenidae, Haemulidae y Carangidae ocurre en aguas someras (50-60 m), en tanto que de jurel bonito (*Caranx caballus*) *y* jurel voraz (*C. sexfasciatus*) tiende a aumentar hacia aguas profundas (90-100 m).

En la costa norte de Jalisco se presentan dos periodos de mayor abundancia zooplanctónica. Uno ocurre al inicio de la primavera y otro en el verano (Figueroa 1992). En la costa sur la abundancia presenta un patrón estacional bien definido con altas densidades de invierno a primavera y una disminución durante la segunda mitad del año (Navarro-Rodríguez *et al.* 2001).

Importancia ecológica, económica y cultural

El zooplancton constituye un eslabón importante de las tramas alimentarias en los ecosistemas costeros, pues representa el paso energético entre los productores primarios (fitoplancton) y los consumidores secundarios (peces) (Contreras-Espinoza 1993).

Constituye una fuente de alimento de numerosas especies acuáticas, de tal forma que ejercen una gran influencia en las pesquerías. También desempeña una función importante en el reciclamiento de nutrientes, debido a que realizan migraciones verticales nocturnas en la superficie, lo que genera un importante suministro de fósforo y nitrógeno que pueden ser aprovechados por el fitoplancton (Martens 1992).

Desde el punto de vista ecológico, entre los organismos que tienen gran importancia en las comunidades acuáticas, por ser la base

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de alimentación de muchos peces, están los copépodos (subclase de crustáceos) que constituyen el grupo dominante del zooplancton, con lo que llega a alcanzar hasta 90% de la biomasa total (Raymont 1983); aunado a esto, algunas especies marinas de este grupo son parásitos de otros invertebrados, peces marinos y dulceacuícolas e, incluso, son huéspedes intermediarios de céstodos (*Diphyllobotrhim* spp.) y nemátodos (*Dracunculus* spp.) parásitos del ser humano (Hickman *et al.* 1991).

Otras especies son utilizadas como indicadores de fenómenos hidrográficos, como los quetognatos (gusanos flecha), ya que algunas especies, como *Sagitta* sp. están asociadas a determinadas masas de agua, como las corrientes; por lo tanto, con su presencia se puede identificar la influencia de corrientes marinas, así como de los procesos de mezcla comúnmente conocidos como surgencias (Alvariño 1965), que en las costas de Jalisco se localizan frente a Cabo Corrientes (Lara-Lara *et al.* 2008). Todas las especies de este grupo son voraces depredadoras de larvas y huevos de peces, y llegan a tener efectos negativos sobre la pesca de interés comercial (Reeve 1996).

Los eufáusidos, mejor conocidos como *krill*, constituyen el principal alimento de las ballenas y numerosos peces. Algunas especies pueden formar enormes parches (agregaciones) a los 45 m de profundidad y se extienden, incluso, hasta de 100 a 500 m con lo que alcanzan densidades de 63 000 ind/m^3. Desde 1975, los rusos y japoneses han aprovechado esta gran abundancia para establecer pesquerías al capturar varios miles de toneladas en el Antártico que, mediante procesos de maceración, se extraen las proteínas para enriquecer alimentos para el consumo humano. Otro grupo importante ecológica y económicamente son los decápodos planctónicos, que está integrado principalmente por larvas de especies de importancia comercial, como los langostinos de río, langostas, cangrejos y camarones (Hickman *et al.* 1991) que, en Jalisco, están considerados dentro de la categoría comercial de primera y con registros altos en su captura (Espino-Barr *et al.* 2004).

Situación y estado de conservación

La mayoría de las áreas protegidas se encuentran limitadas a ecosistemas terrestres. Son pocas las áreas marinas que se han considerado en los planes y programas de conservación, y en ninguno se establecen al zooplancton o al plancton como elementos importantes (NOM-059-SEMARNAT-2010). Sin embargo, de manera indirecta, la protección de áreas marinas contribuye a conservar las poblaciones del zooplancton, como el caso de las poblaciones zooplanctóniocas que habitan sobre las formaciones coralinas de las áreas protegidas Los Arcos y las islas Marietas en bahía de Banderas.

A escala mundial ya se señala que los organismos planctónicos no son menos dignos de ser protegidos que los peces, ballenas o delfines (e.g. Carleton 1988); sin embargo, la falta de conocimiento acerca de las poblaciones zooplanctónicas, así como de las amenazas que enfrentan los mares y cuerpos de agua costeros ha impedido que estas ideas se concreten. La falta de datos históricos sobre las comunidades de alguna zona en particular también impide establecer el estado de conservación de las poblaciones planctónicas que han sido alteradas por la actividad humana; por ejemplo, se puede considerar que las poblaciones nativas del zooplancton del norte del golfo de California debieron sufrir una alteración importante con la suspensión del flujo del río Colorado ocasionada por la construcción de grandes presas en los Estados Unidos de América a partir de la década los años treinta del siglo pasado (Lavin y Sánchez 1999, Álvarez-Borrego 2003).

Principales amenazas

Entre las principales amenazas para las poblaciones del zooplancton de las costas de Jalisco se encuentra el vertimiento de sustancias tóxicas, ya sea por accidentes marítimos, limpieza de tanques de buques petroleros o por el vertimiento de aguas residuales que llegan al mar a través del drenaje de las ciudades. Esta situación ha sido

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

asociada con la mortalidad de diversas especies marinas; sin embargo, no es evidente en las poblaciones zooplanctónicas. Los hidrocarburos son compuestos altamente tóxicos para el zooplancton, principalmente para las poblaciones que se localizan en la superficie (Batten *et al.* 1998). Asimismo, la contaminación atmosférica y la lluvia ácida que se produce en áreas costeras con un alto desarrollo industrial constituyen una amenaza para las poblaciones que habitan en la interfase agua-atmósfera, puesto que impide el crecimiento de algunos organismos y la supervivencia de otros (Fabry *et al.* 2008, Albright *et al.* 2012). Otra amenaza que enfrenta la conservación del zooplancton marino es la proliferación de especies exóticas (fitoplancton, copépodos, ctenoforos, anfipodos y numerasas larvas de invertebrados) vertidas por los barcos de carga en diversas áreas costeras del mundo (Cordel *et al.* 1992, Shiganova 1998).

Oportunidades o acciones de conservación

Una de las acciones básicas para conservar las poblaciones del zooplancton es el análisis de la comunidad planctónica como la fuente de información que mayor cantidad de conocimiento puede aportar, ya que, entre otros aspectos, permiten estudiar los primeros estadios de vida de diversos recursos pesqueros, e identificar con qué otros organismos coexisten durante esta etapa, tanto aquellos que le sirven como alimento como los que actúan como depredadores; asimismo permiten identificar recursos pesqueros potenciales, además son un método alterno para evaluar la importancia de diversos recursos pesqueros (Saldierna y Vera 1993). Es necesario estudiar las fases larvarias de peces e invertebrados de importancia económica, puesto que es la etapa más importante dentro de su ciclo de vida debido a que representa un periodo crítico, el cual es determinante en el tamaño de las poblaciones subsiguientes; es decir, depende de esta fase la cantidad de organismos que se integren a las poblaciones de adultos (Álvarez-Cadena *et al.* 1984).

Por otra parte, es importante dar a conocer la existencia de estos organismos porque su conservación sólo podrá lograrse en la medida en que se conozcan mejor a las especies dominates de cada ecosistema, ya que son la clave en la dinámica de éstos en virtud de que su presencia no es casual, sino el resultado de una serie de adaptaciones que les permite aprovechar de manera óptima la riqueza productiva de esas áreas (Sánchez-Iturbe y Flores-Coto 1986).

Conclusión y recomendaciones

La información existente sobre el estatus que guardan las distintas poblaciones zooplanctónicas de las costas de Jalisco es sumamente pobre, por lo que es importante implementar programas de investigación y monitoreo de largo plazo para generar elementos que puedan ser utilizados en la elaboración e implementación de los programas de evaluación y planes de manejo de los ecosistemas costeros.

Referencias

Acal, D.E. 1991. Abundancia y diversidad de ictioplancton en el Pacífico Centro de México. *Ciencias marinas 7(1): 25-50.*

Ahlstrom, H.E. 1972. *Kinds and abundance of fihs larvae in the Eastern Tropical Pacific on the second multivessel* EASTROPAC survey and observations on the annual cycle of larval. *Fishery Bulletin* 70(4):1153-1242.

Albright, R., Ch. Bland, P. Guillette, *et al.* 2012. Juvenile growth of the tropical sea urchin *Lytechinus variegates* exposed to near-future ocean acification scenarios. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 426-427:12-17.

Álvarez-Borrego, S. 2003. Physical and biological linkages between the upper and lower Colorado Delta. En: *Managing for healthy ecosystems.* D.J. Rapport, W.L. Lasley, D.E. Rolston, *et al.* (eds.). Lewis. Boca Raton, pp 1077-1089.

Álvarez-Cadena, J.N., M.A. Aquino, F. Alonso, *et al.* 1984. Composición y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar Huzache-Caimanero. Parte I Agua Dulce 1978. *Anales Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM 11(1): 163-180.

Alvariño, A. 1965. Distributional Atlas of Chaetognatha in the California current region. Monthly cruises of 1954 and

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

1958. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigation Atlas No. 3.*

Arciniega-Flores, J. 1994. *Distribución y abundancia de los quetognatos de la costa de Jalisco, México. Septiembre de 1990.* Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara.

Barnes, R.D. 1986. *Zoología de los Invertebrados*. 4ta. edición, Editorial Interamericana.

Batten, S.D., R.J.S. Allen y C.O.M. Wolton. 1998. The effects of the sea express oil spill on the plankton of the southern Irishh Sea. *Marine Pollution Bulletin* 36: 764-774.

Bernache, L. 1993. *Quetognatos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, agosto de 1988*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara.

Carleton, R.G. 1988. Ecological diversity in coastal zones and oceans. En: *Biodiversity*. O.E. Wilson (ed.). National Academy of Sciences. Washington, pp. 36-50.

Contreras-Espinoza, F. 1993. *Ecosistemas costeros mexicanos*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa/ CONABIO.

Cordell, J.R., C.A. Morgan y C.A. Simenstad. 1992. Ocurrence of the Asian calanoid copepod *Pseudodiaptomus inopinus in the zooplankton of the Columbia River estuary. Journal of Crustacean Biology* 12: 260-269.

Díaz-Vázquez, M.R. 1992. *Amphipodos (Crustácea-Malacostraca) de bahía de Banderas Jalisco-Nayarit, México septiembre y diciembre de 1990*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara.

Espino-Barr, E., E.G. Cabral Solis, A. García Boa y M. Puente Gómez. 2004. Especies marinas con valor comercial de la costa de Jaisco, México. SAGARPA, Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Manzanillo.

Fabry, J.V., B.A Seibel, R.A. Feely y J.C. Orr. 2008. Impacts ocean acidification on marine fauna and ecosystems processes. ICES. *Journal of Marine Science* 65: 414-432.

Figueroa, A. 1992. *Variación espacio temporal de la biomasa zooplanctónica en las costas de Jalisco en verano y otoño, 1990 y su relación con los parámetros físico-químicos*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara.

Franco-Gordo, C., R. Flores, C. Navarro, *et al.* 1999. Ictioplancton de las costas de Jalisco y Colima, México (diciembre de 1995 a diciembre de 1996). *Ciencias Marinas* 25 (1):107-118.

Hickman, C.P., L.S. Roberts y F. M. Hickman. 1991. *Principios integrales de zoología*. 8a ed. Interamericana McGraw-Hill.

Huys, R. y G.A. Boxshall. 1991. *Copepod evolution*. The Ray Society, Londres.

Lara-Lara, J.R., V. Arenas, C. Bazán, *et al.* 2008. Los ecosistemas marinos. En: *Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 135-159.

Lavin, M.F. y S. Sanchez. 1999. On how the Colorado River affected the hydrography of the upper Golf of California. *Continental Shelf Research* 19:1545-1560.

Lenz, J. 2000. Introduction. En*: Zooplankton methodology manual.* R.P. Harris, P.H. Weibe, H.R. Skjoldal y M. Huntley (eds.). ICES, pp. 1-30.

Martens, P. 1992. Zooplankton community respiration during the jgofs pilot study. *Helgolander Meeresunter* 46: 117-135

Navarro-Torres, P. 1995. *Ictioplancton de la Bahía de Navidad, Jalisco, México durante un ciclo annual 1993-1994.* Tesis de licenciatura, División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.

Navarro-Rodríguez, M.C., S. Hernández-Vázquez, R. Funes-Rodríguez y R. Flores-Vargas. 2001. Distribución y abundancia de larvas de peces de las familias Haemulidae, Sciaenidae y Carangidae de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 35(1):1-24.

Navarro-Rodríguez, M.C., R. Flores-Vargas, L.F. González Guevara y M.E. González Ruelas. 2004. Distribution and abundance of *Dormitator latifrons* (Richardson) larvae (Pisces: Eliotridae) in the natural protected area estero El Salado in Jalisco Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 39(1): 31-36.

Navarro-Rodríguez, M.C., L.F. González Guevara, R. Flores-Vargas, *et al.* 2006. Composición y variabilidad del ictioplancton de la laguna El Quelele, Nayarit, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 41(1): 35-43.

Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the world.* Wiley. Nueva York.

Raymont, J.E.G. 1983. *Planktan and productivity in the seas.* Pergamon Press, Nuez Cork.

Reeve, M.R. 1966. Observation of the biology of a chaetognath. En: *Some contemporary studies in marine science*. H. Barnes (ed.), pp. 613-630.

Saldierna, R. y A.R. Vera. 1993. *Abundancia y distribución de huevos y larvas de sardinas en la parte central del golfo de California*. Informe técnico final CICIMAR.

Sánchez-Iturbe, A. y C. Flores-Coto. 1986. Estimación de la biomasa de *Bardiella chrysoura* por medio del censo de huevos y algunos aspectos de sus primeros estadios. Laguna de Términos, Campeche (Pisces: Sciaenidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 13(20):133-148.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Shiganova, A.T. 1998. Invasion of the Black sea by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi and recent changes in pelagic community structure. Fisheries Oceanography* 7(3/4): 305-150.

Shybia-Soto, C. 1992. *Caracterización sistemática de los Euphausidos (Crustácea: Malacostraca) de bahía de Banderas, Jalisco y Nayarit, en el verano y otoño de 1990.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara.

Suárez-Morales, E., C. Franco-Gordo y M. Saucedo-Lozano. 2000. On the pelagic copepod community of the Central Mexican tropical pacific (Autumn, 1990). *Crustaceana* 73(6): 751-761.

Wilson, D.P. 1947. The Portuguese Man-of-War. *Physalia physalis* L. in British and adjacent seas. *Journal of Marine Biology Association* 27: 139-172.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Peces continentales

Agustín Camacho Rodríguez y Manuel Guzmán Arroyo

Introducción

Con el nombre peces se engloban dos grupos diferentes, tanto desde el punto de vista evolutivo como del morfológico y anatómico: cartilaginosos y óseos. Otros dos grupos, las lampreas y los mixinos, están relacionados con los peces de manera puramente formal debido a su morfología, a su modo de vida, y a que tienen formas particularmente arcaicas, aunque algunos autores los consideran como otro grupo de peces agnatos (sin mandíbula). Los peces con esqueleto óseo aparecieron al mismo tiempo que los peces cartilaginosos; son el grupo más numeroso y constituyen a la clase de los Actinopterygii, que se les define por tratarse de animales vertebrados, con el esqueleto óseo, de hábitos acuáticos, respiración branquial, cuerpo cubierto de escamas y, cuando éstas faltan, ello puede ser un carácter pleisomorfico (ancestral) o apomorfico (derivado), la mayoría son ovíparos (ponen huevos) aunque hay vivíparos y vivíparos aplacentarios. Los peces muestran una gran diversidad en sus formas (figura 1) en los hábitats que ocupan y en su biología.

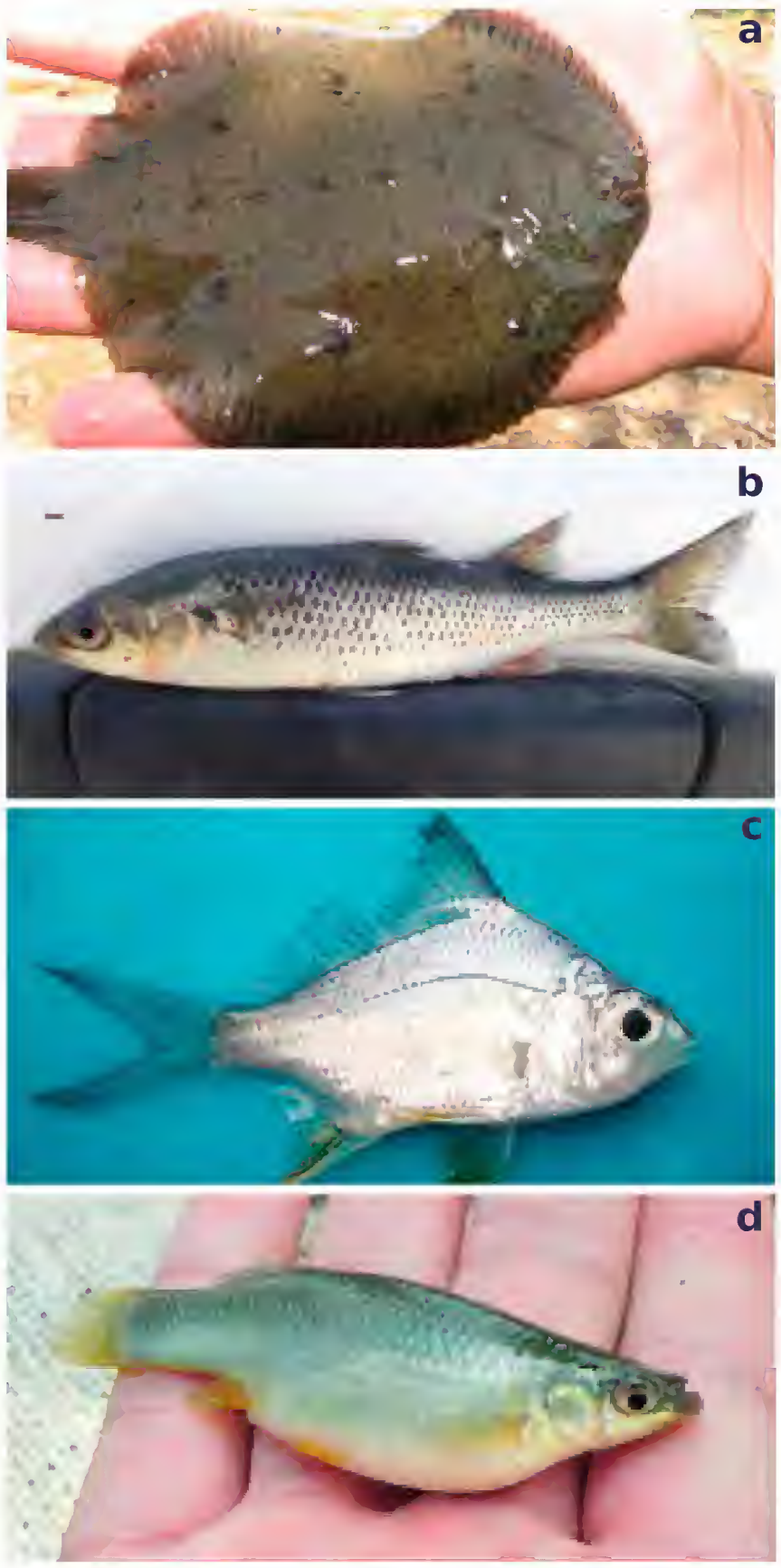


Figura 1. Diversidad morfológica de peces. a) *Achirus mazatlanus*, b) *Agonostomus monticola*, c) *Diapterus aureolus* y d) *Goodea atripinnis*. Fotos: Agustín Camacho Rodríguez.

Diversidad

Este grupo es el más numeroso entre los vertebrados, de los que representan alrededor de la mitad de las especies. A escala mundial se han descrito alrededor de 27 977 especies de peces de un total de 54 711 de vertebrados (Nelson 2006). En México se encuentra aproximadamente 65% de la diversidad de los peces de agua dulce de Norteamérica y Canadá (Miller *et al.* 2009).

Camacho-Rodríguez, A. y M. Guzmán-Arroyo. 2017. Peces continentales. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 279-285.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Miller (1986) reporta 500 especies de peces dulceacuícolas para México agrupados en 47 familias. Espinosa y colaboradores (1993) registran un total de 506 especies. Guzmán (1990 y 1998) registra 191 especies para el occidente de México (Nayarit, Jalisco, Colima, Aguascalientes, Guanajuato y Michoacán) y 98 especies para la Faja Volcánica Transmexicana en la misma región. De las ocho familias más numerosas en el planeta (con más de 400 especies cada una) cuatro se encuentran en Jalisco: Cyprinidae, Gobiidae, Cichlidae y Characidae. De las siete familias con mayor número de especies endémicas de México, cinco se encuentran en el estado: Petromizontidae, Goodeidae, Cyprinidae, Atherinopsidae y Poeciliidae. La subfamilia Goodeinae de la familia Goodeidae está representada en la cuenca del Lerma por 16 géneros con unas 36 especies. La familia Atherinopsidae también está muy bien representada.

La riqueza de peces continentales de Jalisco, incluyendo algunas especies de condrictios (tiburones y rayas, principalmente que penetran a aguas continentales), cuenta con 29 familias y 123 especies (apéndice 42; Álvarez del Villar 1970, Miller y Smith 1986, Miller 1986, 2005; Guzmán 1990, 1992, 1998; Espinosa *et al.* 1993, Lyons *et al.* 1994, 1995, 1998; Camacho 2002, Guzmán y Lyons 2003).

Distribución

A los peces se les encuentra en agua dulce, salobre o salada, tanto en los abismos oceánicos como en los lagos de alta montaña, desde las regiones polares a los oasis de los desiertos. Las familias de peces que se encuentran en Jalisco tienen una diferente afinidad faunística también considerada como de origen biogeográfico (cuadro 1).

Para Jalisco se tiene la familia Characidae de origen y distribución neotropical tiene su límite extremo norteño (LEN) en el estado de Jalisco, es por su origen neotropical (NEO); otras como Poeciliidae y Cichlidae su LEN se ubica al norte del estado, por lo que se les considera como transicionales neotropicales (TNeo). En el estado

Cuadro 1. Origen biogeográfico de las familias de peces continentales en el estado.

Origen biogeográfico	Límite respecto al estado	Familia	Nombre común
Neárticas	Transicional	Petromyzontidae	Lampreas
	Transicional	Catostomidae	Boquinetes o carpas hociconas
	Transicional	Cyprinidae	Carpas nativas como la acúmara y la popocha
	Transicional	Ictaluridae	Bagres
Neotropicales	Sureña	Characidae	Sardinitas
	Transicional	Poeciliidae	Cola de espada y los gupys
	Transicional	Cichlidae	Mojarras nativas o de agua dulce
Meseta Central	Compartida con otros estados	Atherinopsidae	Pescados blancos y los charales
	Compartida con otros estados	Goodeidae	Tiros o cachorritos o sardinitas

Fuente: Miller *et al.* 2009.

también existen registros de especies de las familias Catostomidae, Petromyzontidae e Ictaluridae de origen y distribución neártica (NEA) cuyo límite extremo sureño (LES) se encuentra en estados vecinos al sur de Jalisco; esto es, se trata de familias transicionales neárticas (TNea); las familias Atherinopsidae y Goodeidae, de distribución restringida a la meseta central de México, se comparten con los estados vecinos, por lo que no existen familias exclusivas para Jalisco (cuadro 1).

Miller y Smith (1986) y Miller (2005), basados en diversos autores, listan los registros fósiles de peces para la entidad. Lo importante es la presencia de familias de afinidad neártica, como Salmonidae, Cyprinidae, Catostomidae, Ictaluridae y Centrarchidae, y familias exclusivas del centro de México, como Goodeidae y Atherinopsidae, y la ausencia de neotropicales. La mayor parte de los registros se localizan en las zonas aledañas al lago de Chapala y a los lagos actualmente endorreicos del centro-sur

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

del estado y, particularmente, con más frecuencia a partir del periodo pleistoceno medio.

De acuerdo con la definición de Myers (Miller 1986) las familias de peces se dividen en cuatro grandes categorías: peces primarios, peces secundarios, peces vicarios, y peces visitantes marinos (cuadro 2).

Los peces son un grupo bien representado en Jalisco y posiblemente de los mejores indicadores de distribución biogeográfica dada su limitada movilidad, restringida estrictamente a los cuerpos de agua. De acuerdo con Regan (1906-1908), con criterio ictiológico, subdivide al país en dos regiones de la siguiente manera: la región Neártica, considerando en ella a la subregión Lerma, desde una franja del Altiplano Central hasta Bahía de Banderas y hacia el norte; y la región Neotropical con la provincia del Balsas, hacia el sur y la zona costera. De Buen (1946) escribe sobre ictiogeografía continental mexicana, y Álvarez del Villar (1972) desarrolla un estudio sobre la ictiofauna de Michoacán y divide la región en tres zonas: Lermense (cuenca del río Lerma y el lago de Chapala), Balseana (cuenca del río Balsas) y la de influencia marina, con las cuencas de la Planicie Costera. La zona Lermense, a la que pertenece Jalisco en su cuenca baja, ha sido propuesta con el nombre de provincia ictiofaunística mexicana, debido a que presenta familias de peces particulares y exclusivas, como los godeídos y los aterínopsidos, familias endémicas de la cuenca, y por incluir a las dos únicas especies de lampreas que se conocen en las aguas continentales mexicanas.

Al considerar la distribución de las especies nativas y endémicas se tienen las siguientes regiones ictiofaunísticas para el estado: Lermense, Santiago-Lermense, Sublermense Lago de Chapala, Sublermense Cuencas Cerradas del Centro de Jalisco, Balsena y Costera Sudpacífico. La región Norte de Jalisco requiere de más información para precisar estas regiones y estudios detallados y urgentes.

Cuadro 2. Categorías de las familias de peces continentales.

Categoría	Descripción	Familia	Nombre común
Primarios	Especies de agua dulce obligados son los que están exclusivamente restringidos a las aguas dulces, ya que no poseen mecanismos de osmorregulación que les permita vivir en agua salobre o marina. Presentes en las aguas continentales de Jalisco de manera natural, introducida o trasfaunada (cualquier especie nativa movida a otros ecosistemas con diferentes fines).	Catostomidae	Boquinetes o carpas hociconas
		Cyprinidae	Carpas nativas como la acúmara y la popocha
		Ictaluridae	Bagres
		Centrarchidae	Peces sol o tostones, mojarras
		Goodeidae	Tiros, cachorritos o sardinitas
		Poeciliidae	Cola de espada y los gupys
		Salmonidae	Truchas
Secundarios	Son especies de agua dulce que toleran cierta salinidad y son capaces de cruzar barreras marinas limitadas.	Cichlidae	Mojarras nativas o de agua dulce
		Salmonidae	Truchas
Vicarios	Son especies de origen marino pero parcial o permanentemente adaptados a vivir en el agua dulce.	Petromyzontidae	Lampreas
		Mugilidae	Trucha de tierra caliente
		Atherinopsidae	Peces blancos y charales
Visitantes marinos o periféricos	Especies marinas que penetran a los estuarios de los ríos o a las lagunas costeras.	Mugilidae	Trucha de tierra caliente
		Eleotridae	Guavinas, popoyotes y puyeques
		Gobiesocidae	Chupapiedras
		Gobiidae	Gobios
		Bothidae	Lenguados
		Soleidae	Lenguados
		Gerridae	Mojarras de mar
		Chanidae	Sabalote
		Lutjanidae	Pargos
		Centropomidae	Robalos

Fuente: Miller 1986.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Teniendo como base el trabajo de Guzmán y Lyons (2003) en relación con el número de especies nativas y endémicas presentes en la región hidrológica RH14 río Ameca y sus tres cuencas hidrológicas (RH14A, RH14B y RH14C), se propone una nueva región ictiofaunística para Jalisco denominada Amequense, separándola de la actual región Santiago-Lermense. En esta región confluyen tres grandes complejos fisiográficos de México: la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre del Sur y la Faja Volcánica Transmexicana. Se propone también que la región Lerma-Santiago, en Jalisco y Nayarit, cambie su nombre por el de región Santiaguense. El único punto donde estas regiones comparten especies es el lago de Chapala.

Importancia ecológica, económica y cultural

Las diferentes especies de peces tienen diversos usos para el ser humano, los cuales dependen del tamaño de la especie; por ejemplo, la pesca, que puede tener una variante como comercial, de subsistencia o deportiva; o el uso como peces controladores biológicos de plagas (malezas acuáticas o insectos transmisores de enfermedades). Las especies de peces dulceacuícolas utilizadas para la pesca comercial en Jalisco son principalmente introducidas: las mojarras tilapia de los géneros *Oreochromis, Tilapia* y *Cichlasoma* (nativa), la carpa (*Cyprinus carpio*; figura 2), el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y el bagre nativo (*Ictalurus dugesi*; figura 3), además de los charales del género *Menidia* (figura 4). Las especies de peces que en Jalisco se cultivan son principalmente *Ictalurus punctatus, Oreochromis aureus, Cyprinus carpio, Onchorhynchus mykiss*. Las especies cultivadas con finalidad de ornato son *Poecilia reticulata*, *Carassius auratus* y la transfaunada (cualquier especie nativa movida a otros ecosistemas con diferentes fines), *Xiphophorus helleri* (figura 5) (Arredondo 1983, Arredondo y Guzmán 1986, Arredondo y Aguilar 1987).

Situación y estado de conservación

De acuerdo con las diversas fuentes consultadas (Williams *et al.* 1989, Miller *et al.* 1989, Espinosa *et al.* 1993, Camacho 2002, Guzmán y Lyons 2003, Miller 2005, CITES, en Camacho 2002, SEMARNAT 2010), se reportan seis familias y 14 especies cuya situación está bajo alguna de las siguientes condi-

Figura 2. La carpa *(Cyprinus carpio)*. Foto: Agustín Camacho Rodríguez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. El bagre de canal *(Ictalurus dugesi)*. Foto: Agustín Camacho Rodríguez.

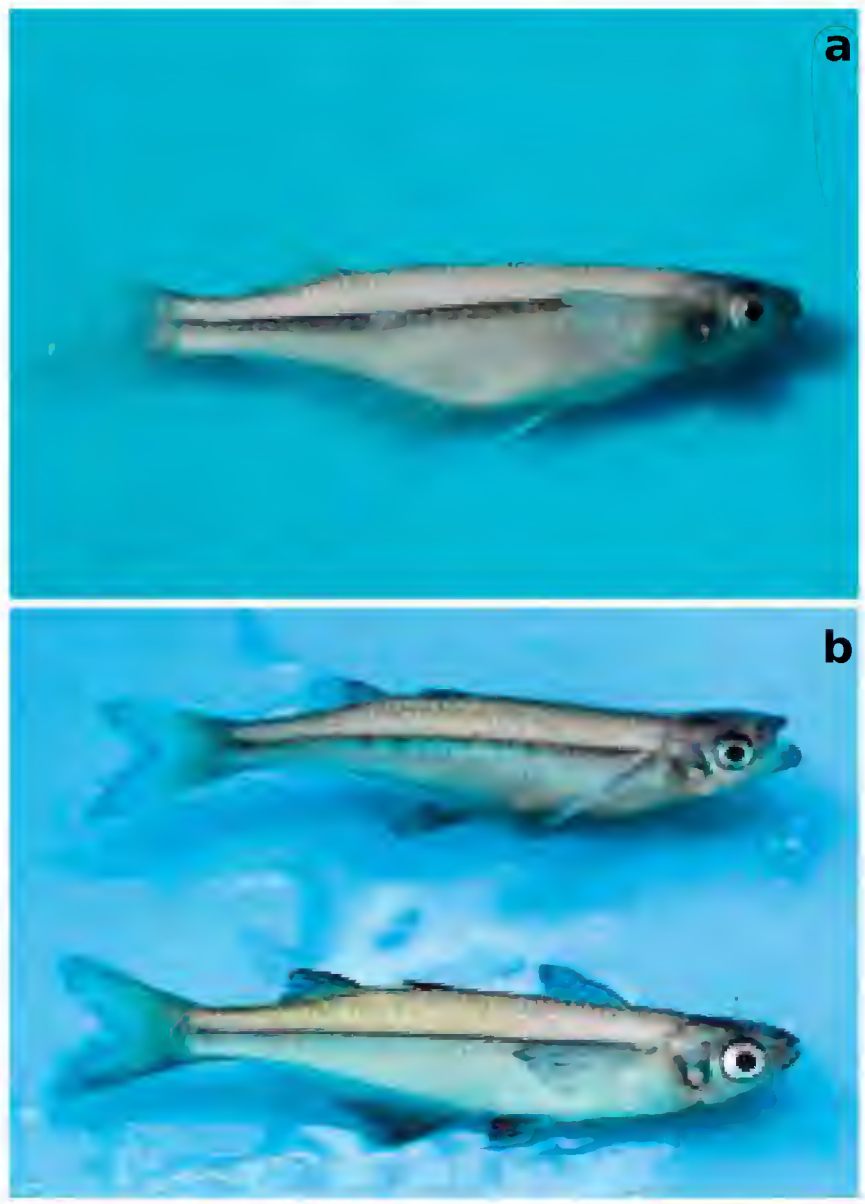


Figura 4. Especies de charales: a) *Menidia arge* y b) *Menidia mezquital*. Fotos: Agustín Camacho Rodríguez.

Figura 5. *Xiphophorus helleri*. Foto: Agustín Camacho Rodríguez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ciones: en peligro de extinción se registran cinco especies y en la categoría amenazada se tiene a nueve especies (cuadro 3) (figura 6).

La única especie no considerada en la NOM-059 es *Goodea gracilis*, Williams y colaboradores (1989) la consideran especie protegida (P), mientras que Espinosa y colaboradores (1993) la consideran desconocida (D).

Principales amenazas

Al igual que la de todo el país, la ictiofauna continental jalisciense está expuesta a una serie de amenazas referentes a su permanencia como especies o como poblaciones en determinado grado, o categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el caso de las aguas continentales, el principal problema es la sobreexplotación de este recurso, que ha ocasionado la disminución de líquido disponible para uso urbano y agrícola e incluso para su permanencia. Otras amenazas son la desertificación, la contaminación, la eutrofización o excesivo incremento de nutrientes y la introducción de especies exóticas que han deteriorado estos sistemas, así como la alteración de los cursos regulares de los arroyos y ríos de la región mediante grandes estructuras hidráulicas como presas, canales, diques, etcétera.

Recomendaciones

Las acciones para conservar la ictiofauna continental de Jalisco deberían estar encaminadas a corregir o minimizar los impactos ambientales en los sistemas acuáticos, implementando los llamados caudales ecológicos al momento de la construcción y operación de la infraestructura hidráulica, a reducir los aportes de aguas servidas a los ríos y arroyos, a incrementar en buena medida la implementación y operación de plantas de tratamiento de aguas servidas o negras, y a extirpar las especies exóticas de los sistemas en los que ya estén presentes, amén de impedir a todo costo nuevas introducciones.

Figura 6. *Poecilia butleri*. Foto: Agustín Camacho Rodríguez.

Cuadro 3. Especies de peces dulceacuícolas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en función de cada una de las familias a la que pertenecen.

Familia	Nombre científico	Categoría
Petromizontidae	*Lampetra spadicea*	P
	Lampetra seminis	P
Cyprinidae	*Algansea aphanea*	A
	Algansea popoche	A
Goodeidae	*Allotoca dugesi*	A
	Ameca splendens	P
	Hubbsina turneri	P
	Skiffia bilineatus	A
	Skiffia francesae	P
	Skiffia lermae	A
Poecilidae	*Poecilia butleri*	A
Atherinidae	*Menidia bartoni*	A
	Menidia promelas	A
Gobiesocidae	*Gobiesox fluviatilis*	A

Fuente: Williams *et al*. 1989, Miller *et al*. 1989, Espinosa *et al*. 1993, Camacho 2002, Guzmán y Lyons 2003, Miller 2005, Camacho 2002, SEMARNAT 2010.
P=en peligro de extinción; A=Amenazada.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Álvarez del Villar, J. 1970. *Peces mexicanos (Claves)*. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. México.

—. 1972. Ictiología michoacana v. Origen y distribución de la Ictiofauna dulceacuícola michoacana. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas,* México 19: 155-161.

Arredondo, F.J.L. 1983. Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. *Biótica* 8 (2): 175-199.

Arredondo, F.J.L. y A.M. Guzmán. 1986. Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapinii (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología,* UNAM 56 (2): 555-572.

Arredondo, F.J.L. y C.D. Aguilar. 1987. Bosquejo histórico de las investigaciones limnológicas realizadas en lagos mexicanos, con especial enfásis en su ictiofauna. En: *Contribuciones en hidrobiología.* A.S. Gómez y V.F. Arenas (eds.) UNAM. México.

Camacho, A. 2002. Ictiofauna relevante de Jalisco. Centro de Estudios de Zoología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

De Buen, F. 1946. Ictiogeografía Continental Mexicana. I, II, III. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 7 (14): 87-138.

Espinosa, P.H., Ma.T. D. Gaspar y M.P. Fuentes. 1993. *Listados faunísticos de México III. Los peces dulceacuícolas mexicanos. Anales del Instituto de Biología,* UNAM. México.

Guzmán, A.M. 1990. La fauna acuática de la Nueva Galicia. Una aproximación a la problemática de su estudio y conservación. *Tiempos de Ciencia 20.* Universidad de Guadalajara.

—. 1992. Los recursos pesqueros de la laguna Costera "El Tecuan", Jalisco. México. *Cuadernos de Difusión Científica 42.* Universidad de Guadalajara.

—. 1998. Los lagos naturales del eje neovolcánico. Taller sobre regionalización de las cuencas hidrográficas y biodiversidad en México. CONABIO, México.

Guzmán, A.M. y J. Lyons. 2003. Los peces de las aguas continentales del estado de Jalisco, México. Análisis preliminar. *e-Gnosis* [on line] 1(12): 1-37.

Lyons, J., P.A. Cochran, O.J. Polanco y E. Merino-Nambo. 1994. Distribution and abundance of the mexican lampreys (Petromyzontidae; *Lampetra*, subgenus *Tetrapleurodon*). *The Southwestern Naturalist* 39(2): 105-113.

Lyons, J., P.S. Navarro, P.A. Cochran, *et al.* 1995. Index of Biotic Integrity based on fish assemblages for the conservation of streams and rivers in west central México. *Conservation Biology* 9 (3): 569-584.

Lyons, J., G.H. González, E.G. Soto y A.M. Guzmán. 1998. Decline of freswater fishes and fisheries in selected drainages of West Central Mexico. *Fisheries Management* 23(4): 10-18.

Miller, R.R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 30: 121-153.

—. 2005. *Fresh water fishes of Mexico.* The University of Chicago Press. Chicago-Londres.

Miller, R.R. y M.L. Smith. 1986. Origin and geography of the fish fauna of Central México. En: *The zoogeography of north american freshwater fishes.* C R. Hocutt y E.O. Wiley (eds.) Wiley Interscience, Nueva York.

Miller, R.R., J.D. Williams y J.E. Williams. 1989. Extinctions of North America fishes during the past century. *Fisheries* 14(6): 22-38.

Miller, R.R., W.L. Minckley y S.M. Norris. 2009. Peces dulceacuícolas de México, CONABIO/SIMAC/ECOSUR/Consejo de Peces del Desierto.

Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the world.* Third edition. John Wiley and Sons, Nueva York.

Regan, C.T. 1906-1908. Pisces. *Biología Centrali-Americana* I-XXXIII, 1-203.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Williams, J.E., J.E. Johnson, D.A. Hendrikson, *et al.* 1989. Fishes of North America endangered, threatened, or of special concern: 1989. *Fisheries* 14 (6): 2-20.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Peces marinos y lagunar-estuarinos

Bernabé Aguilar Palomino

Diversidad

La fauna ictiológica asociada a los sistemas lagunar-estuarinos de la costa de Jalisco se compone por 104 especies de peces, que pertenecen a dos clases, 16 órdenes, 46 familias y 71 géneros (Aguilar-Palomino 1997). Algunas especies tienen más relevancia por su importancia ecológica debida a su abundancia numérica y biomasa, como las lisas *Mugil curema* (figura 1) y *M. cephalus*, los pargos *Lutjanus novemfasciatus* (figura 2), *L. guttatus* y *L. argentiventris* y los robalos *Centropomus nigrescens* (figura 3) y *C. robalito* presentes en la mayoría de los sistemas estuarino lagunares de la costa de Jalisco.

En cuanto a la ictiofauna marina, ésta se representa en dos clases, 29 órdenes, 104 familias, 310 géneros, 566 especies, de los cuales 70% (396 especies) se encuentra depositado en la colección ictiológica del Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras de la Universidad de Guadalajara.

El apéndice 43 muestra la lista de peces lagunar-esturinos y marinos, compuesta por un total de 567 especies: 511 Actinopterygii, 55 Chondrichthyes y un Petromyzontida.

Figura 2. Pargo colmillón (*Lutjanus novemfasciatus*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 1. Lisa (*Mugil curema*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 3. Robalo carapanda (*Centropomus nigrescens*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Aguilar-Palomino, B. 2017. Peces marinos y lagunar-estuarinos. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 287-296.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Distribución

Las especies que habitan las lagunas costeras son, en su mayoría, originarias del Pacífico oriental tropical, considerado como el marco ambiental predominante con una fuerte interacción con aguas de origen continental, lo que determina la interdependencia y estabilidad ecológica de ambos ecosistemas. Asimismo, existen condiciones ambientales particulares en cada laguna, según las características propias de cada ecosistema, como la morfología de la cuenca, el tamaño del embalse, la presencia de escorrentías, arroyos o ríos, el tipo y composición del sustrato, la profundidad, la salinidad, la vegetación sumergida y la riparia; los cuales son, entre otros, los factores más importantes que determinan la distribución, la presencia o la diversidad de especies en una u otra laguna (Aguilar-Palomino 2012). Algunas especies de peces como las lisas (Mugilidae), las mojarras (Gerreidae), los pargos (Lutjanidae), los robalos (Centropomidae), los bagres o chihuiles (Ariidae) y los chococos y guavinas (Eleotridae) son de sistemas estuarinos que representan 80% de la fauna íctica de la mayoría de los sistemas estuarino lagunar del Pacífico mexicano.

Los peces marinos de la costa de Jalisco son, principalmente, habitantes de ambientes costeros, bahías y caletas que incluyen no sólo arrecifes rocosos y coralinos, también hábitats de fondos blandos (arena y fango), playas arenosas y aguas que se extienden a zonas más profundas en la plataforma continental. En general, los peces costeros tropicales están finamente sincronizados con el ambiente. Especies en arrecifes como en fondos blandos exhiben preferencias precisas de hábitat dictadas por una combinación de factores que incluyen la disponibilidad de comida y refugio, así como de los parámetros físicos salinidad, sustrato, profundidad, claridad del agua, corrientes, acción de las olas, así como la naturaleza específica del área marina. En términos generales, un alto porcentaje (72.8%) de los peces de la costa de Jalisco son endémicos del Pacífico oriental tropical y tienen su origen en él. La mayoría de las especies restantes están distribuidas en la franja Tropical-Subtropical de todo el mundo (7.1%) o se localizan en el Indo-Pacífico central (8.7%), otro 0.9% ha sido introducido desde el Atlántico occidental, ya sea intencionalmente o atravesando el Canal de Panamá; 11.7% de la ictiofauna marina de Jalisco tiene una estancia transitoria estacional, ya que pertenece a las regiones templadas al norte (provincia de California) y del sur (provincia de Perú), o ambas provincias (Briggs 1960, Rosenblatt 1967, Allen y Robertson 1994).

Importancia ecológica, económica y cultural

Algunas especies pueden ser consideradas como clave para la estructura, el equilibrio y el funcionamiento de la laguna, ya que además de utilizarla para reproducirse, desempeñan una función importante en la estabilización del sistema lagunar.

La diversidad íctica marina de la costa de Jalisco es vasta y variada; desde el punto vista económico, registra especies muy apreciadas, como el huachinango (*Lutjanus peru*), el pargo lunarejo (*L. guttatus*) y el pargo alazán (*L. colorado*) (figuras 4, 5 y 6, respectivamente); de igual manera se registran especies de gran valor ecológico, ya que contribuyen con su abundancia y enriquecen a las pesquerías, como el cocinero (*Caranx caballus*, figura 7) y la sierra (*Scomberomorus sierra*, figura 8). Asimismo, otras son altamente apreciadas como parte de la pesca deportiva, como los picudos, marlín rayado (*Kajikia audax*), el pez vela (*Istiophorus platypterus*, figura 9) y el dorado (*Coryphaena hippurus*, figura 10). Otros destacan por su rareza, ya que no forman parte de ninguna pesquería; sin embargo, se presentan en las costas jaliscienses con poca o casi nula regularidad, como el pez remo (*Regalecus glesne*, figura 11) y el pez luna (*Mola lanceolata*, figura 12); otros despiertan el interés científico al registrase fuera de sus sitios o áreas marinas en las que se les creía exclusivos o endémicos, es el caso de *Serranus socorroensis* (figura 13) que hasta el presente había sido confinado a las islas Socorro (ubicadas en el archipiélago de Revillagigedo) y, en el presente trabajo, se presenta como una especie más de la costa del estado. De igual manera otros presentan un incierto estatus taxonómico, como el *Opistognatus* spp. (figura 14).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. Huachinango (*Lutjanus peru*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 5. Pargo flamenco o lunarejo (*Lutjanus guttatus*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 6. Pargo listoncillo (*Lutjanus colorado*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 7. Cocinero (*Caranx caballus*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 8. Sierra (*Scomberomorus sierra*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 9. Pez vela y marlin rayado (*Istiophorus platypterus* y *Kajikia audax*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 10. Dorado (*Coryphaena hippurus*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 11. Pez remo (*Regalecus glesne*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 12. Pez luna (*Mola -Masturus- lanceolata*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 13. Mero de socorro (*Serranus socorroensis*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 14. Pez sapo (*Opistognathus* spp.). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

En las lagunas costeras de Jalisco, el esfuerzo de pesca se dirige principalmente a los peces de las familias Lutjanidae, Mugilidae, Gerridae y Centropomidae. El grupo de los Lutjanidos (pargos) y robalos (Centropomidae) sostienen, en mayor medida, la pesquería local de las lagunas costeras para consumo humano directo; en este sentido, los mugilidos y eleotridos son consumidos como adultos y aportan millones de juveniles que sirven de forraje para otras especies de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos; con esto se estabilizan las cadenas tróficas de estos embalses y proveen de ejemplares utilizados como carnada en otras pesquerías. Otras especies de importancia comercial hacen uso de aguas someras en lagunas costeras a partir de estadios juveniles tempranos, particularmente los peces del grupo de las mojarras (*Gerres cinereus* y *Eucinostomus currani*), sardinas (*Anchoa mundeola* y *Anchovia macrolepidota*), robalos (*Centropomus robalito, C. nigrescens* y *C medius*), pargos (*Lutjanus colorado, L. novemfasciatus* y *L. argentiventris*), lisas (*Mugil curema y M. cephalus*), cuatetes (*Arius guatemalensis,*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

A. seemanni y *Sciadeops troscheli*) y botetes (*Sphoeroides annulatus* y *Diodon holocanthus*), entre otros.

En la costa de Jalisco la pesca es de tipo artesanal, se lleva a cabo en embarcaciones de pequeño y mediano calado, para su pesca o captura se utilizan al menos 10 artes. Aproximadamente 200 especies de peces marinos representan importancia económica, y están caracterizadas como especies de primera, segunda y tercera clase; de esta manera se catalogan las destinadas para consumo humano directo, otras son destinadas a la acuarofilia, y otras más son altamente apreciadas para actividades deportivas (Aguilar-Palomino 1997, 2012). Según Aguilar-Palomino (2013) las familias de mayor importancia pesquera son Lutjanidae con 10 especies, destacan el huachinango (*Lutjanus peru*) y los pargos (*L. guttatus* y *L. argentiventris*); la familia Centropomidae con cinco especies, destacan *Centropomus nigrescens* y *C medius;* Haemulidae con 28 especies, de las que sobresalen la sarangola (*Microlepidotus brevipinnis*, figura 15) y la chanana (*Haemulon flaviguttatum*, figura 16); asimismo otras familias con menor importancia económica pero igual o mayor importancia ecológica dada su abundancia de especies son Carangidae con 30, a la que pertenecen los jureles, toros y palmetas; Sciaenidae con 41 representada por corvinas y roncos; y Serranidae con 31 especies, a la que pertenecen las cabrillas y meros.

Figura 15. Sarangola (*Microlepidotus brevipinnis*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 16. Chanana (*Haemulon flaviguttatum*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Situación y estado de conservación

De las especies registradas en las lagunas costeras de Jalisco, la raya sierra (*Pristis pristis*) está considerada como amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en el Apéndice I del CITES; sin embargo, es importante destacar que esta especie ya no se encuentra en la costa del estado, por lo que pudiera estar en grave peligro de extinción.

De la lista de 567 especies registradas en la costa de Jalisco, en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en el CITES se cita al tiburón *Rhincodon typus* y los peces *Holacanthus passer*, *Pomacanthus zonipectus*, *Chromis limbaughi* e *Hippocampus ingens*; sin embargo, del trabajo obtenido de múltiples talleres de conservación organizados por diversas instancias gubernamentales y académicas, se concluye que alrededor de 25 especies de tiburones y 15 especies de rayas presentes en la costa de Jalisco, se encuentran en un estatus de peligro, ocasionado por el grado de sobrepesca y abuso de sus poblaciones silvestres. En este sentido, como resultado de la reunión del Congreso Mundial de la Naturaleza llevada cabo en marzo de 2013 en Bangkok, Thailandia, se concluyó que los tiburones cornuda (*Sphyrna lewini, S. mokarran* y *S. zigaena*), el tiburón oceánico (*Carcharhinus longimanus*) y el marrajo (*Lamna nasus*) se agregaron en las listas de la UICN y en los apéndices CITES (cuadro 1).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Especies listadas en alguna categoría de protección.

Nombre común	Nombre científico	NOM-059	UICN	CITES
Raya sierra	*Pristis pristis*	A	CR	I
Tiburón ballena	*Rhincodon typus*	A	VU	II
Ángel rey	*Holacanthus passer*	Pr	LC	
Ángel de Cortés	*Pomacanthus zonipectus*	Pr	LC	
Castañeta mexicana	*Chromis limbaughi*	Pr	LC	
Caballito del Pacífico	*Hippocampus ingens*	Pr	VU	II
Cornuda común	*Sphyrna lewini*		EN	II
Cornuda gigante	*Sphyrna mokarran*		EN	II
Cornuda prieta	*Sphyrna zygaena*		VU	II
Tiburón oceánico	*Carcharhinus longimanus*		VU	II
Marrajo	*Lamna nasus*		VU	II

NOM-059: A=amenazadas; Pr=sujetas a protección especial. UICN: LC=preocupación menor; VU=vulnerable; EN=en peligro de extinción; CR=en peligro crítico. CITES: Apéndice I=especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. Apéndice II=especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. Fuente: SEMARNAT 2010, CITES 2015, UICN 2015.

Principales amenazas

Pristis pristis junto con diversas especies de tiburones (*Ginglymostoma cirratum, Sphyrna* spp.) y rayas asociadas a las lagunas (*Dasyatis longus, Rhinobatos glaucostigma* y *Rhinobatos productus*), así como la guabina (*Guavina microps*), antes muy abundante y al 2015 casi desaparecida por efecto del avance de la mancha urbana, merecen una atención especial dada la presión pesquera que se ejerce sobre éstas; por tanto, es importante continuar con el seguimiento y registro de estas especies que se asocian al interior, así como a las bocas de las lagunas (Aguilar-Palomino 2006). En este sentido es importante destacar que la estabilidad, equilibrio y buen estado de las lagunas costeras contribuyen, en gran medida, al equilibrio de las áreas marinas contiguas, dada la dualidad ontogénica de los peces que habitan en los sistemas estuarinos al utilizar aguas marinas y salobres en diferentes estadios de su vida, para comer, crecer o reproducirse, con lo que se crea una interdependencia ecológica y biológica en las lagunas costeras y áreas marinas donde se encuentran (Aguilar-Palomino 2006, Ramos *et al.* 2012).

El componente ictiofaunístico de la costa de Jalisco está sujeto a las actividades de explotación pesquera, práctica que día a día diezma las poblaciones naturales de peces marinos, dulceacuícolas y estuarino-lagunares, dado el grado de informalidad en cuanto a la aplicación de la normatividad específica para estas actividades y a un nulo manejo del recurso; por ejemplo, el uso de redes agalleras con luz de malla menor a cuatro pulgadas afecta considerablemente, ya que capturan un alto porcentaje de peces que, dada su talla y edad, aún no llevan a cabo ningún evento reproductivo, efecto negativo directo sobre las poblaciones de peces que tienen importancia comercial, así como otras de importancia ecológica que también son susceptibles al uso de estas redes dado su poco carácter discriminante, como los peces de arrecife y áreas rocosas (Aguilar-Palomino *et al.* 1996 y 2001).

Es importante destacar que, además de las especies ya mencionadas de tiburones, el tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*), el tiburón azul (*Prionace glauca*) y el tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*) en estadios juveniles se capturan abundantemente en la costa de Jalisco como pesca incidental; de la misma manera, la raya *Pristis pristis* y los cazones del género *Mustelus* spp. (este último no categorizado aún) prácticamente han desaparecido de las costas de Jalisco. Otras

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

especies amenazadas son las rayas *Dasyatis longus, Rhinobatos glaucostigma* (figura 17) y *Rhinobatos productus*, estos dos últimos se utilizan con fines ornamentales; además el mero Goliat (*Epinephelus itajara*, figura 18), no categorizado aún, es muy perseguido y capturado en la pesca deportiva dado su tamaño descomunal, por lo que valdría la pena clasificarlos como especies en peligro.

Otras amenazas para los peces de ambientes lagunares-estuarinos son las siguientes:

Desarrollos turísticos. Es ampliamente conocido el concepto desarrollo turístico; sin embargo, en pocas ocasiones se advierte el daño potencial que estos complejos acarrean a las zonas costeras y a sus recursos naturales. Cuando inician su construcción, y una vez establecidos, son innumerables los impactos negativos que afrontan las lagunas costeras y su biodiversidad; algunos de estos impactos son la deforestación, el relleno con materiales terrígenos de áreas inmediatas a las lagunas costeras, la perturbación de comunidades asociadas a

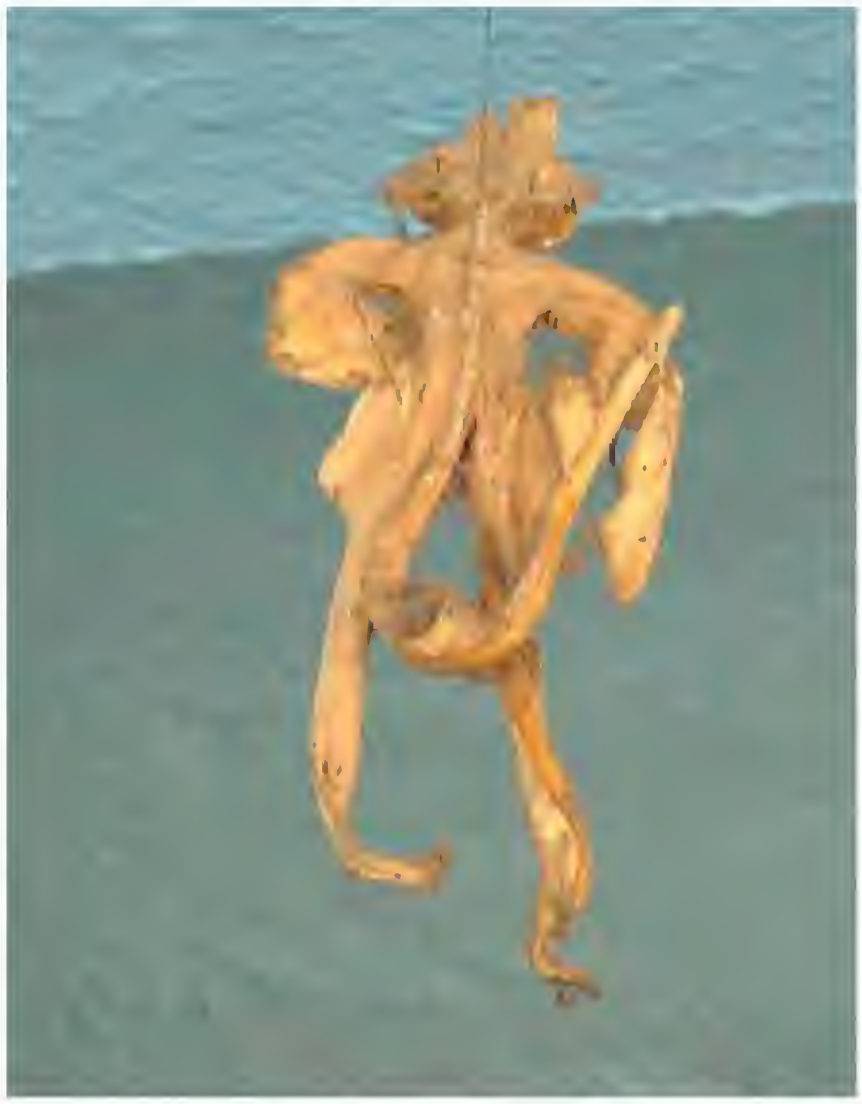


Figura 17. Pez diablo (*Rhinobatos glaucostigma*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

Figura 18. Mero Goliat (*Epinephelus itajara*). Foto: Bernabé Aguilar Palomino.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

lagunas costeras (mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces, y una serie inmensa de invertebrados), vertimiento de desechos, modificación de suelos y ruido ocasionado por el movimiento continuo. En suma, todos estos efectos han modificado las condiciones naturales de las siguientes lagunas: del tule, Barra de Navidad, de Chalacatepec, y esteros La Manzanilla, El Ermitaño y El Salado, localizados en la costa de Jalisco.

Disminución y contaminación de aportes de agua dulce. La modificación o desvío de los cauces que abastecen de agua dulce a las lagunas costeras con fines agropecuarios propician la alteración y pérdida de la condición salobre de las lagunas, lo que ocasiona desequilibrio entre las comunidades y poblaciones de organismos que habitan los ecosistemas lagunares estuarinos del país. De igual manera, la minería que utiliza los cauces de arroyos y ríos que aportan a las lagunas costeras, traen entre sus aguas desechos de materiales terrígenos y metales pesados, como cadmio, hierro, cromo, cobre, cobalto, plomo y zinc, elementos químicos muy contaminantes y peligrosos que afectan a estadios embrionarios de peces y aves silvestres con la consiguiente pérdida de la biodiversidad, como lo es el caso de la laguna de Barra de Navidad en la costa de Jalisco (Shumillin *et al.* 2005).

Actividades acuícolas. Caracterizadas por la incorporación de desechos a los embalses generados por materiales alimenticios externos y que se depositan en el fondo; por ejemplo, las actividades acuaculturales, como la camaronicultura que se lleva a cabo en diversas lagunas estuarinas de México, que son muy contaminadas por el depósito diario de desechos metabólicos y sobrantes de alimentos de los organismos en cultivo. De tal forma que sus aguas son utilizadas y devueltas al mismo embalse sin ningún tratamiento, con el consiguiente deterioro del embalse, y el desequilibrio de las poblaciones silvestres que ahí habitan, con el inminente fracaso de la actividad acuicultural, que pudiera resultar una alternativa para disminuir la presión pesquera que se lleva a cabo en estos embalses, por las comunidades de pescadores que tradicionalmente utilizan estas lagunas para pescar.

Tala de manglares. Esta práctica conlleva a la pérdida de los bosques de manglar, lo que afecta inmediatamente a las aves residentes y migratorias que se posan y anidan sobre las frondas, provocando la ausencia del guano aportado por estas aves que, en conjunto con la falta de depósito de hojas de mangle, afectan el aporte de materia orgánica y minerales que son esenciales para la riqueza y estabilidad de los ambientes estuarinos y cadenas tróficas, de las cuales dependen las comunidades peces y demás organismos silvestres que ahí desarrollan sus ciclos de vida.

Para el caso de los peces marinos, las principales amenazas son las siguientes.

Sobrepesca. Es una actividad amenazante, carente de planes de manejo que permitan sobrellevar y explotar las comunidades de peces en sus tiempos adecuados, respetando eventos reproductivos; en conjunto, estas malas prácticas han afectado a las poblaciones de tiburones y rayas, algunas están a punto de colapsarse y desaparecer. El uso indiscriminado de artes de pesca prohibidos, como las redes agalleras o chinchorros de luz de malla menor a cuatro pulgadas, las redes diableras (en referencia a la captura de mantarrayas), así como el uso de redes cercanas a las áreas rocosas que capturan organismos de todos tipos y tamaños, afecta a las poblaciones de peces que ven interrumpida la incorporación de juveniles, además de que sólo se aprovechan las especies de importancia económica y el resto es desechado sin considerar su importancia ecológica (soporte de cadenas tróficas).

Falta de investigación científica. La carencia de información científica sobre aspectos de biología básica, como alimentación, reproducción y de los ciclos de vida de las especies de peces en general, conllevan a la ausencia de propuestas acerca de planes de manejo que permitan explotar y preservar los recursos naturales de la costa de Jalisco.

Normatividad ambiental. La aplicación de la normatividad ambiental adecuada a los ecosistemas marinos y estuarinos permitirá un adecuado

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

manejo y la preservación que propicie el menor impacto de éstas y las comunidades de organismos asociados a ellas. Este concepto puede ser considerado una amenaza, ya que está relacionado con cada uno de los apartados antes citados; sin embargo, la aplicación de una política ambiental estricta puede ayudar a preservar las comunidades de peces que dependen de estos ecosistemas para alcanzar sus ciclos de vida.

Recomendaciones

Es necesario realizar diferentes actividades para conservar a los peces marinos y lagunares-estuarinos del estado. Algunas recomendaciones son las siguientes:

a) Educación ambiental
- Fomento de programas de educación ambiental dirigidos a niños, jóvenes y adultos que contribuyan a crear conciencia acerca de la importancia que representan las lagunas costeras y los ecosistemas marinos, para las comunidades de peces y su efecto en las cadenas alimentarias, de las cuales dependen todos los grupos de organismos acuáticos y terrestres que se asocian a estos ecosistemas.
- Impulso y aplicación de la investigación científica.
- Elaboración de proyectos de investigación científica encaminados a preservar y fortalecer la biodiversidad de ecosistemas lagunares estuarinos mediante la aplicación de conocimientos que conlleven a una adecuada planeación de las actividades antropocéntricas en torno a estos ecosistemas, llámese desarrollos turísticos o cualquier otra actividad que cultive la conciencia ambiental, el ecoturismo y la educación ambiental en todos los estratos sociales, para preservar lo existente sin menoscabo del panorama y las comunidades de organismos silvestres.

b) Aprovechamiento y manejo
- Incorporación de los ambientes lagunares y marinos al crecimiento o avance de las ciudades como áreas de esparcimiento, de educación ambiental, de cuidado de especies protegidas (cocodrilos, caimanes, tortugas marinas, aves migrantes y peces), lo que elimina la concepción que se tiene de estos sistemas como depósitos de desechos domésticos e industriales.

c) Normatividad y vigilancia
- Aplicar la normatividad y sanción de quienes violenten la ley ambiental relacionada con comunidades de peces marinos y estuarinos, así como la creación de normas y vedas geográficamente adecuadas que permitan a los pescadores y representantes de la autoridad ambiental aprovechar, de la mejor manera en tiempo y espacio, los recursos ícticos de la costa de Jalisco.

d) Capacitación
- Capacitación continua a pescadores y autoridades mediante cursos que les permita, a los primeros, aprovechar los recursos económicos ícticos obtenidos vía la pesca, así como incentivar al resto de la población de pescadores a la obtención de una visión empresarial, con lo que se aplican el valor agregado a sus productos pesqueros mediante la aplicación de tecnología básica; a los segundos ejercer de manera adecuada la normatividad, con firmeza y en búsqueda de crear conciencia en los pescadores acerca del tiempo de uso y renovación de los recursos pesqueros, evitando las prácticas corruptas, en beneficio de la biodiversidad de la costa de Jalisco.

Referencias

Aguilar-Palomino, B. 1997. Listado de peces marinos y estuarinos de la costa de Jalisco. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Jalisco. Centro de Ecología Costera de la Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Aguilar-Palomino, B., J. Mariscal, G. González y L.E. Rodríguez. 1996. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas* 22(4):496-481.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Aguilar-Palomino, B., C. Pérez, F. Galván y L.A. Abítia-Cárdenas. 2001. Ictiofauna de la Bahía de Navidad, Jalisco, México. *Revista Biología Tropical* 49:173-190.

Aguilar-Palomino, B. 2006. Evaluación biológico-pesquera de la escama marina del estado de Jalisco. Informe técnico. Instituto de Acuacultura y Pesca del estado de Jalisco. IAPEJ-SEDER/DEDSZC-Universidad de Guadalajara, Jalisco

—. 2013. *Acervo Ictiológico de la región Pacífico Central Mexicano*. CUCSUR-Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1994. *Fishes of the Tropical Eastern Pacific*. University of Hawaii Press, Estados Unidos.

Briggs, J.C. 1960. Fishes of worldwide (circuntropical) distribution. *Copeia* 3:171-180.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2015. Apéndices I, II y III. Secretaría de la CITES. En: <*https://www.cites.org/esp/app/appendices.php*>, última consulta: 12 de noviembre de 2015.

Ramos, S., E. Amorim, M. Elliott, *et al.* 2012. Early life stages of fishes as indicators of estuarine ecosystem health. *Ecological Indicators* 19:172-183.

Rosenblatt, R.H. 1967. The zoogeographic relationships of the marine shore fishes of tropical America. *Studies in Tropical Oceanography Miami* 5:579-592.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Shumilin, E., A. Meyer-Willerer, A.J. Marmolejo-Rodriguez, *et al.* 2005. Iron, cadmium, copper, cobalt, lead, and zinc. Distribution in the suspended particulate matter if the tropical Marabasco river and its estuary, Colima, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology* 74(3):518.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.3. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 12 de noviembre de 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Anfibios y reptiles

Daniel Cruz Sáenz, Francisco Javier Muñoz Nolasco, Jorge Téllez López, Alicia Loeza Corichi y Héctor Romero Rodríguez

Introducción

A pesar de que el parentesco evolutivo entre los anfibios y reptiles modernos no es muy próximo, ambos son estudiados de manera meramente tradicional por una rama de la zoología: la herpetología (del griego *herpetón*, que significa animal rastrero, y *logía*, ciencia). Son, sin embargo, sus similitudes en hábitos y modos de vida las que hacen práctico el estudio conjunto de estos animales. A menudo, y a lo largo de este capítulo, ambos son referidos con el término de herpetofauna.

Los anfibios comprenden un grupo de vertebrados con pulmones -en ocasiones ausentes- reconocibles a simple vista por presentar una piel, ya sea lisa o rugosa, rica en glándulas que secretan una amplia variedad de sustancias, las cuales la mantienen constantemente húmeda, facilitando así que al menos una parte de su respiración se realice a través de ésta (Álvarez del Villar 1977, Tyler *et al.* 1993).

Su nombre (del griego *amphi*, doble; y *bios*, vida) hace referencia a su ciclo de vida, pues típicamente deben de transitar de la etapa de huevo por una fase larvaria acuática con branquias (conocida como *renacuajo* en ranas y sapos), para finalmente alcanzar la forma adulta mediante un proceso de metamorfosis. No obstante, existen variaciones en los ciclos de vida de ciertas familias, observándose en algunos casos el desarrollo directo de huevos que se depositan en suelo húmedo, con ausencia de estado larval, e incluso viviparidad (Duellman y Trueb 1986). Los huevos de los anfibios carecen de cascarón y de las estructuras anexas al embrión propias del resto de los vertebrados terrestres –reptiles, aves y mamíferos- (Duellman y Trueb 1986). Lamentablemente, debido a esta permeabilidad, el contacto íntimo de los huevos de los anfibios, de su piel y branquias con el ambiente, los hace especialmente susceptibles al efecto de contaminantes (Dunson *et al.* 1992).

Existen tres grupos bien definidos de anfibios actuales, clasificados a nivel de orden: Anura, que comprende ranas y sapos (figura 1); Caudata

Figura 1. Ranita verduzca *Agalychnis dacnicolor* (Hylidae). Foto: Daniel Cruz Saenz.

Cruz-Sáenz, D., F.J. Muñoz-Nolasco, J. Téllez-López, A. Loeza Corichi y H. Romero-Rodríguez. 2017. Anfibios y reptiles. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 297-308.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

o Urodela, en el que se incluyen salamandras, ajolotes y tritones (figura 2), y Gymnophiona, al que pertenecen las cecilias, anfibios sin extremidades cuya forma alargada asemeja a las lombrices de tierra (Tyler *et al.* 1993).

Los reptiles son menos fáciles de definir, pues tanto en números como en diversidad morfológica los grupos actuales no representan más que un remanente de la enorme variedad de formas que, como se sabe gracias al registro fósil, llegaron a habitar la Tierra (Cogger 1993). A diferencia de los anfibios, los reptiles existentes presentan una piel seca cubierta por escamas epidérmicas, y sus huevos poseen cáscara y una membrana, llamada amnios, que rodea al embrión en un medio acuoso, lo que le concede cierta protección mecánica y ante la pérdida de agua; esto permitió a los reptiles librarse de la dependencia estrecha al agua para la reproducción (Álvarez del Villar 1977, Cogger 1993). Todos los cocodrilos, tortugas y los tuátaras, así como la mayoría de lagartijas y serpientes ponen huevos. Sin embargo, cerca de 20% de reptiles escamados (lagartijas y serpientes) son vivíparos, es decir, dan a luz crías vivas (Vitt y Caldwell 2009).

La clase Reptilia, en la que tradicionalmente se incluían a estos organismos, ya no es reconocida como un grupo natural; ahora se reconoce que las aves y los cocodrilos actuales comparten un ancestro común. Por ello, en las últimas clasificaciones, tanto tortugas, tuátaras, lagartijas, serpientes, cocodrilos y aves han sido colocados en un grupo denominado Sauropsida (Linzey 2003). No obstante, y por comodidad, el término reptil se suele usar en su forma tradicional.

Excluyendo a las aves, que aún se suelen tratar como una clase aparte, los reptiles actuales se dividen en cuatro órdenes: Testudines, en el que se agrupa a todas las tortugas (figura 3); Rhyncocephalia, que únicamente está representado por dos especies actuales de tuátaras (reptiles parecidos a lagartijas) del género *Sphenodon*, restringidas a pequeñas islas de Nueva Zelanda; Squamata, que comprende lagartijas y serpientes (figuras 4 y 5), y Crocodylia, que

Figura 2. Ajolote de Chapala *Ambystoma flavipiperatum* (Ambystomatidae). Foto: Juan José Reyes Aguirre Murgía.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Jicotea *Trachemys ornata* (Emydidae). Foto: Daniel Cruz Sáenz.

Figura 4. Lagartija nocturna de Sánchez *Xantusia sanchezi* (Xantusiidae). Foto: Daniel Cruz Sáenz.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. Cascabel del Tancítaro *Crotalus pusillus* (Viperidae). Foto: Francisco Javier Muñoz Nolasco.

Figura 6. Cocodrilo de río *Crocodylus acutus* (Crocodylidae). Foto: Daniel Cruz Sáenz.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

integra cocodrilos, caimanes, aligátores y los gaviales del sur de Asia (figura 6) (Vitt y Caldwell 2009).

Es oportuno resaltar que en los anfibios y reptiles existe una amplia gama de variaciones y excepciones a las reglas biológicas, lo que los vuelve versátiles ecológicamente e interesantes modelos de investigación. Dichas peculiaridades se reflejan en las distintas características morfológicas, fisiológicas y conductuales de los grupos que integran estas clases.

Diversidad

México es considerado uno de los países con alta diversidad biológica; ocupa el segundo lugar en el mundo en riqueza de reptiles y el cuarto en riqueza de especies de anfibios con alrededor de 1 240 especies de herpetozoos, de las cuales 376 son anfibios y 864 reptiles (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela 2006, Parra-Olea *et al.* 2014, Flores-Villela y García-Vázquez 2014). Gran parte de esta riqueza corresponde a especies endémicas, lo cual representa más de 60% de anfibios y más de 50% de los reptiles (Flores Villela y Gerez 1994).

Jalisco, localizado en el occidente de la república mexicana, es una entidad cuyas características topográficas, orográficas y climáticas influyen en la existencia de una amplia variedad de ambientes, lo que favorece la presencia de una considerable diversidad biológica. En él convergen dos regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical; además, también lo hacen cinco provincias fisiográficas (INEGI 1981). Lo anterior, en conjunto, hace que este estado sea reconocido entre los que presentan mayor riqueza de vertebrados en México, ocupando el sexto lugar en diversidad de vertebrados mesoamericanos y el séptimo en lo que se refiere a endemismos estatales (Flores-Villela y Gerez 1994).

La herpetofauna del estado de Jalisco está compuesta por 211 especies, de las cuales 51 son anfibios y 160 son reptiles. Los anfibios pertenecen a tres órdenes, 11 familias y 21 géneros, de los cuales 36 especies son endémicas a México: dos de ellas endémicas a Jalisco y cuatro presentan una distribución restringida al estado y estados colindantes (apéndice 44 y cuadro 1). Los reptiles están integrados en tres órdenes, 30 familias y 77 géneros, con un total de 107 especies endémicas al país, 14 de las cuales se distribuyen solo en partes de Jalisco y estados colindantes (apéndice 45 y cuadro 2).

Las familias mejor representadas de la clase Amphibia son Hylidae con 12 especies, Bufonidae, Eleutherodactylidae y Ranidae, con ocho especies cada una, mientras que Scaphiopodidae, Plethodontidae y Dermophiidae son las más pobremente representadas, con solo

Cuadro 1. Riqueza específica de los anfibios de Jalisco, especies endémicas y no endémicas a México y bajo alguna categoría de protección de acuerdo con la NOM-059.

Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Endémicas	No endémicas	NOM-059
Anura	Bufonidae	3	8	5	3	1
	Craugastoridae	1	5	3	2	0
	Eleutherodactyliadae	1	8	8	0	5
	Hylidae	9	12	8	4	4
	Leptodactylidae	1	2	0	2	0
	Microhylidae	1	2	0	2	1
	Ranidae	1	8	7	1	5
	Scaphiopodidae	1	1	0	1	0
Caudata	Ambystomatidae	1	3	3	0	3
	Plethodontidae	1	1	1	0	1
Gymnophiona	Dermophidae	1	1	1	0	1
Total	**11**	**21**	**51**	**36**	**15**	**21**

Fuente: elaboración propia a partir de la lista generada para este estudio y SEMARNAT 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Riqueza específica de los reptiles de Jalisco, especies endémicas y no endémicas a México y bajo alguna categoría de protección de acuerdo con la NOM-059.

Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Endémicas	No endémicas	NOM-059
Crocodylia	Crocodylidae	1	1	0	1	1
Testudines	Cheloniidae	4	4	0	4	4
	Dermochelyidae	1	1	0	1	1
	Emydidae	1	1	1	0	0
	Geomydidae	1	2	1	1	2
	Kinosternidae	1	3	2	1	2
Squamata (Sauria)	Anguidae	3	4	3	1	3
	Corytophanidae	1	1	0	1	0
	Dactyloidae	1	1	1	0	0
	Eublepharidae	1	1	0	1	1
	Gekkonidae	2	2	0	2	0
	Helodermatidae	1	1	1	0	1
	Iguanidae	2	3	2	1	3
	Mabuyidae	1	1	0	1	0
	Phrynosomatidae	4	26	21	5	5
	Phyllodactylidae	1	1	1	0	0
	Scincidae	1	6	6	0	2
	Sphenomorphidae	1	1	0	1	0
	Teiidae	2	5	4	1	3
	Xantusiidae	1	1	1	0	1
Squamata (Serpentes)	Boidae	1	1	0	1	1
	Colubridae	18	33	22	11	13
	Dipsadidae	12	24	19	5	13
	Elapidae	3	6	3	3	5
	Leptotyphlopidae	2	3	2	1	1
	Loxocemidae	1	1	0	1	1
	Natricidae	3	10	8	2	5
	Typhlopidae	1	1	0	1	0
	Viperidae	2	12	7	5	10
	Xenodontidae	3	3	2	1	0
Total	**30**	**77**	**160**	**107**	**53**	**78**

Fuente: elaboración propia a partir de la lista generada para este estudio y SEMARNAT 2010.

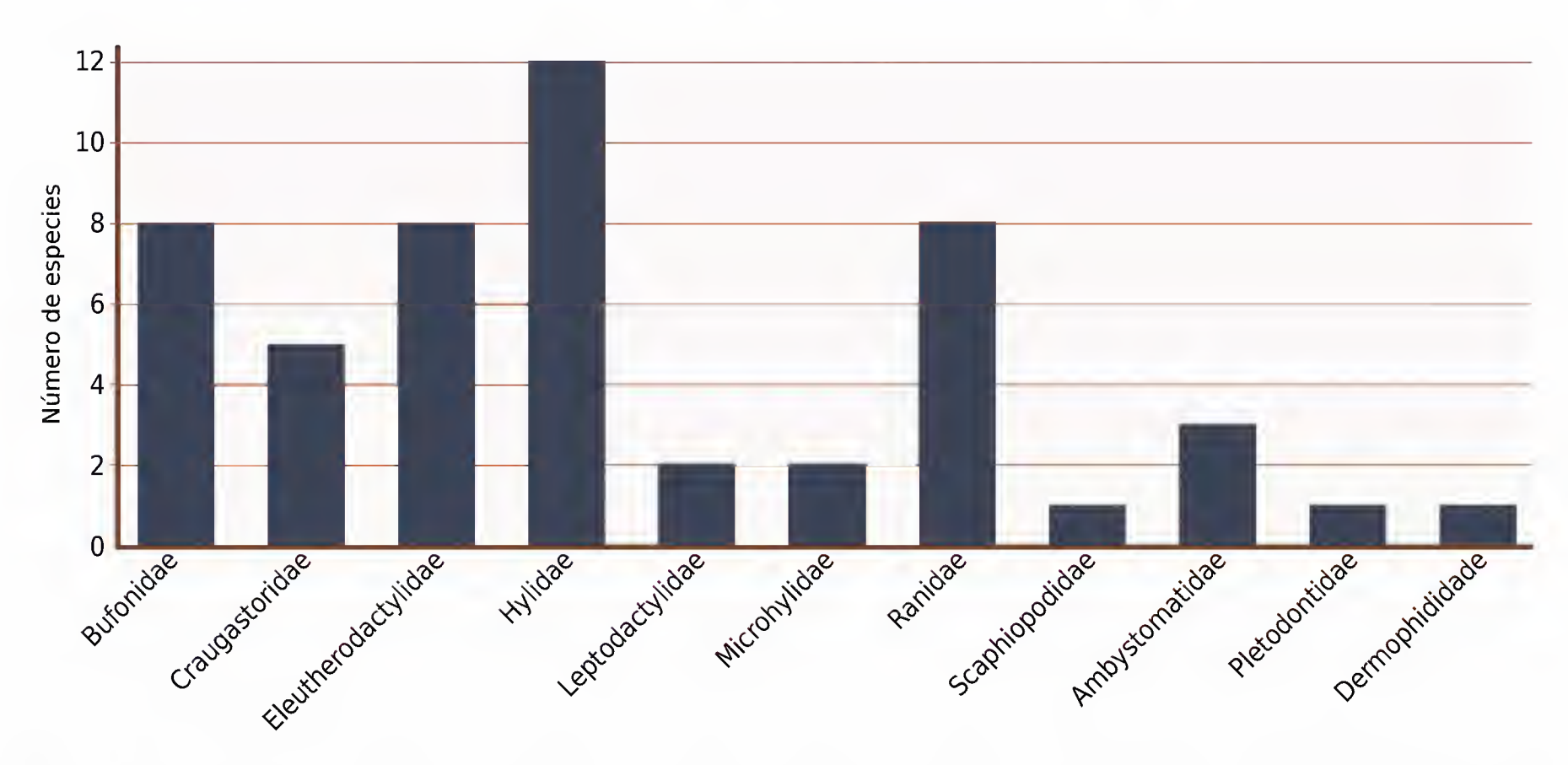


Figura 7. Número de especies que integran cada una de las familias de anfibios registradas en el estado. Fuente: elaboración propia a partir de los datos del presente estudio.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

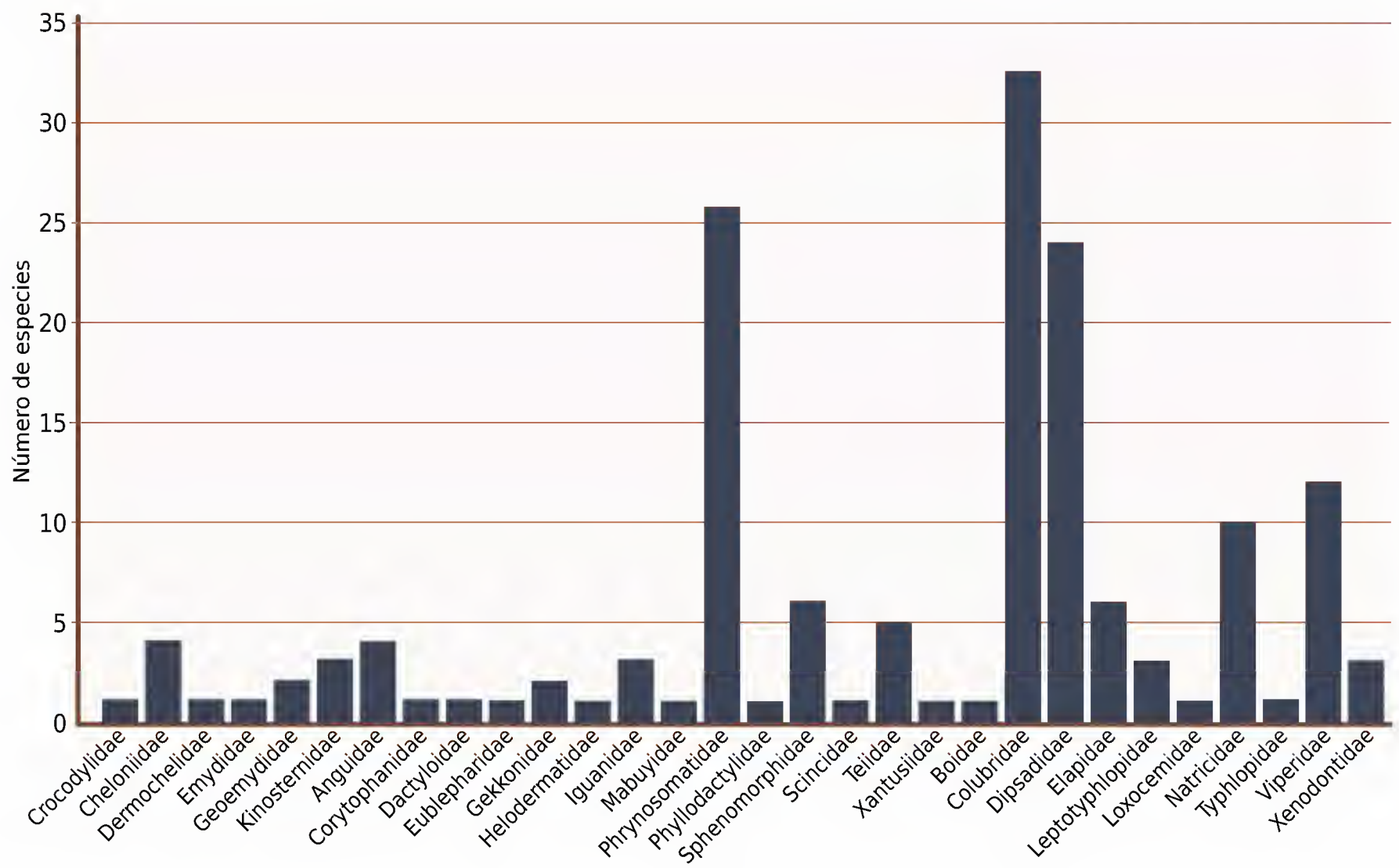


Figura 8. Número de especies que integran cada una de las familias de reptiles registradas en el estado. Fuente: elaboración propia a partir de los datos del presente estudio.

una especie cada una. Las familias con más especies bajo alguna categoría de protección son Eleutherodactylidae y Ranidae con cinco. Las familias que concentran el mayor número de especies endémicas son Eleutherodactylidae e Hylidae con ocho cada una (cuadro 1, figura 7).

Dentro de los reptiles, las familias con un mayor número de especies son Colubridae con 33, Phrynosomatidae con 26, y Dipsadidae con 24; mientras que 13 familias registran solo una especie. Las familias con más especies bajo alguna categoría de protección son Colubridae y Dipsadidae con 13 cada una. La mayor cantidad de especies endémicas la tienen las familias Colubridae con 22 y Phrynosomatidae con 21, seguidas de Dipsadidae con 19 (cuadro 2, figura 8).

En México se conocen cerca de 376 especies de anfibios y 864 de reptiles (Parra-Olea *et al.* 2014, Flores-Villela y García-Vázquez 2014). Basados en estos números y los obtenidos en el presente estudio, el estado de Jalisco posee 13.5% de la riqueza de anfibios a nivel nacional, y 18.5% de las especies de reptiles. Estas cifras sitúan a Jalisco como la segunda entidad de occidente con mayor riqueza de herpetofauna, solo después de Michoacán. Para esta última, por ejemplo, Alvarado-Díaz *et al.* (2013) reportan 54 especies de anfibios y 161 de reptiles; Quintero-Díaz *et al.* (2008a, b) reportaron 17 anfibios y 60 reptiles para Aguascalientes; Reynoso *et al.* (2012) mencionan 25 anfibios y 77 reptiles para Guanajuato; mientras que para Nayarit Luja *et al.* (2014) registraron 37 especies de anfibios.

Distribución

Aún falta mucho por conocer sobre la riqueza y distribución de los anfibios y reptiles de las distintas regiones de Jalisco. Lo anterior resulta evidente al considerar que la mayoría de los registros para el estado, tanto de anfibios como de reptiles, se concentran en dos zonas: la costa, principalmente cerca de la Reserva de la Biosfera

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de Chamela-Cuixmala, y lugares aledaños a la zona metropolitana de Guadalajara (Ponce-Campos y Huerta-Ortega 2004), siendo evidente la falta de muestreo en el norte y este del estado (Cruz-Sáenz 2004). Es de esperarse que, a medida que los inventarios en estas zonas continúen, la riqueza de estos grupos de vertebrados para el estado se incremente.

Cabe enfatizar que entre las especies de anfibios endémicas a México, están incluidas dos endémicas al estado: el ajolote de Chapala (*Ambystoma flavipiperatum*, figura 2) y una ranita chirriadora (*Eleutherodactylus wixarica*). Además, Jalisco alberga cuatro especies de anfibios y 14 de reptiles cuyas distribuciones son bastante restringidas y que comparte solo con entidades aledañas, a saber: cuatro anuros (*Eleutherodactylus grunwaldi*, *E. nivicolimae*, *E. pallidus* y *Smilisca dentata*), una tortuga (*Kinosternon chimalhuaca*), tres lagartijas (*Sceloporus aurantius*, *S. insignis* y *Xantusia sanchezi*, figura 4), así como 10 serpientes (*Tantilla cascadae*, *T. ceboruca*, *Dipsas gaigae*, *Geophis bicolor, G. tarascae, Hypsiglena affinis, Leptodeira uribei*, *Crotalus campbelli, C. lanommi* y *C. pusillus*, figura 5).

Estado de conservación

Del total de especies de anfibios, 21 se encuentran bajo alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010): 17 sujetas a protección especial y cuatro amenazadas. Por su parte, son 78 las especies de reptiles que se encuentran en alguna categoría de protección de acuerdo con dicha norma, con 49 sujetas a protección especial, 23 amenazadas y seis en peligro de extinción (las cinco tortugas marinas que arriban a las costas de Jalisco y la lagartija nocturna de Sánchez, *Xantusia sanchezi*, figura 4) (apéndices 44 y 45).

De acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), tres especies de anfibios se encuentran en la categoría de no evaluada (*not evaluated*), seis en información insuficiente (*data deficient*), 32 en preocupación menor (*least concern*), una en casi amenazada (*near threatened*), seis en vulnerable (*vulnerable*) y tres en peligro (*endangered*). Por su parte, 30 especies de reptiles están en la categoría de no evaluada, nueve en información insuficiente, 105 en preocupación menor, tres en la categoría de casi amenazada, nueve en vulnerable, tres en peligro y una en peligro crítico (*critically endangered*) (UICN 2015; apéndices 44 y 45).

Recientemente Wilson *et al.* (2013a, b) evaluaron el estado de conservación de los anfibios y reptiles mexicanos empleando la medida de vulnerabilidad ambiental (*environmental vulnerability score* o EVS), la cual considera la distribución geográfica, ecológica y el grado de persecución por parte del ser humano (en reptiles), o el modo de reproducción (en anfibios); en conjunto, estos factores pueden resultar en un puntaje que oscila de 3 a 19 para anfibios, o hasta 20 en reptiles. De acuerdo con esta medida, 17 especies de anfibios y 34 de reptiles califican para la categoría inferior de vulnerabilidad (3 a 9 puntos), 19 anfibios y 50 reptiles en la categoría media (10 a 13 puntos), y 15 anfibios y 67 reptiles en la categoría alta (14 a 20 puntos) (apéndices 44 y 45).

Este criterio de evaluación cubre ciertas deficiencias que presentan las categorizaciones de la UICN y la NOM-059, pues no depende, por ejemplo, de información sobre los parámetros poblacionales de las especies en cuestión, además de que su estimación es sencilla y puede recalcularse a medida que el conocimiento sobre la historia natural del *taxón* aumente (como suele suceder con las amplitudes de distribución geográfica), o incluso aplicarse a especies de reciente descripción.

Importancia ecológica, económica y cultural

El papel que los anfibios y reptiles desempeñan dentro de las redes tróficas, tanto como presas como depredadores, es indiscutible. Estos organismos forman parte del complejo entramado que constituyen los ecosistemas y deben estudiarse como tal, incluyendo su relación con

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

los distintos componentes de su entorno. Por la enorme variedad de hábitats que ocupan y sus características biológicas, la participación de los anfibios y reptiles en el flujo de energía dentro de los ecosistemas provee, directa o indirectamente, beneficios a las sociedades humanas a través de servicios ambientales, que van desde el control de insectos vectores de patógenos humanos (Mokany y Shine 2003, Raghavendra *et al.* 2008), hasta la dispersión de semillas e incluso la polinización de algunas especies de plantas (Olesen y Valido 2003).

La mayoría de las especies de anfibios y reptiles presenta requerimientos ambientales bastante específicos, razón por la cual estos organismos pueden resultar ser valiosos indicadores de la calidad y el estado de los ecosistemas (*i.e.* bioindicadores) (Hager 1988).

Además del papel que desempeñan los anfibios y reptiles en sus ecosistemas, algunas especies son de importancia médica debido a la toxicidad de su veneno; tal es el caso de aquellas pertenecientes a las familias Viperidae, Elapidae y Helodermatidae, así como algunas especies de culebras, que aunque no poseen un veneno letal para el ser humano, sí son capaces de causar lesiones leves.

Desde la creación de los primeros antivenenos a finales del siglo XIX, el potencial de las toxinas de estos reptiles ha sido objeto de numerosos estudios, lo que ha llevado al desarrollo de diferentes generaciones de antivenenos, de los cuales los más recientes (faboterápicos) han mostrado ayudar eficazmente al tratamiento de accidentes ofídicos (Lalloo y Theakston 2003). Existen también investigaciones en torno al papel que estos venenos pueden tener en el tratamiento de enfermedades humanas; ciertamente, algunos medicamentos que hoy en día se comercializan están hechos a base de péptidos de venenos de reptiles o de compuestos que imitan su acción (Fox y Serrano 2007).

Algunas especies son producidas en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), principalmente para el aprovechamiento de su carne para consumo, como es el caso de algunos anuros del género *Lithobates*, o del cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*, figura 6), del que se obtiene también su piel para la elaboración de diversos artículos. También las iguanas verdes (*Iguana iguana*) son reproducidas por su piel y carne, así como para su venta como mascotas, como es también el caso de las boas (*Boa imperator*).

La herpetofauna también forma parte inherente de la cultura de Jalisco, y esto queda evidenciado en las diversas formas de arte popular en las que estos animales son representados, tales como la alfarería, la herrería, la ebanistería y la orfebrería. Expresiones artísticas como estas pueden encontrarse en los municipios con mayor tradición artesanal del estado, como Tonalá y Tlaquepaque.

Algunas pieles de sapos son utilizadas, incluso, para la fabricación rústica de carteras y monederos, u otros productos (como pintorescos grupos de mariachis que son simulados por conjuntos de ranas o sapos disecados).

Existen, además, representaciones de anfibios y reptiles en objetos de barro y otros materiales, consideradas parte del legado arqueológico de culturas prehispánicas que alguna vez existieron en la entidad. Algunas de estas piezas pueden ser observadas en el Museo Regional del Centro Histórico de Guadalajara.

Principales amenazas

En todo el mundo se ha ido documentando una seria reducción de las poblaciones de anfibios y reptiles. Los factores responsables de los declives observados incluyen la contaminación (Guillette y Crain 1996); la alteración, destrucción y fragmentación del hábitat (Sigala-Rodríguez y Greene 2009); el cambio climático global (Sinervo *et al.* 2010); patógenos (como los hongos *Batrachochytrium dendrobatidis*, en anfibios, y *Ophidiomyces ophiodiicola*, en serpientes) (Kolby *et al.* 2015, Lorch *et al.* 2015); la introducción

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de especies invasoras (Fisher y Shaffer 1996), así como el uso no sostenible de los recursos naturales (Fitch *et al.* 1982, Gibbons *et al.* 2000).

En Jalisco, el cambio frecuente que ha tenido el uso del suelo, la minería a cielo abierto, la aplicación indiscriminada de plaguicidas agrícolas, el desalojo de desechos municipales sin tratamiento adecuado y el acelerado ritmo de crecimiento de las manchas urbanas, son algunas de las causas que han llegado a repercutir más fuertemente en las poblaciones naturales de anfibios y reptiles.

El aprovechamiento desmedido de algunas especies, como el caso de las tortugas marinas, ha impactado también de manera negativa sobre éstas. De igual modo, el comercio ilegal resulta en perjuicio directo a la herpetofauna, y es bien sabido que en muchos sitios se pueden encontrar a la venta ejemplares de anfibios y reptiles extraídos inescrupulosamente de su entorno silvestre.

Se considera también que algunos programas de reintroducción, en los que se liberan ejemplares al medio silvestre sin realizar estudios ni el seguimiento adecuado, pueden atentar contra el acervo genético de las poblaciones y provocar la diseminación de enfermedades en las poblaciones nativas, como ya ha sido documentado anteriormente (Leberg 1993).

Además de lo anterior, la aversión o el miedo de la gente hacia estos organismos, basados principalmente en mitos y supersticiones locales, repercuten en el sacrificio de especies completamente inofensivas. En este sentido, hay que recalcar que de las 160 especies de reptiles, solo 19 (11.8%) poseen veneno peligroso para el ser humano; como ejemplos, se puede mencionar al escorpion (*Heloderma horridum*) de la familia Helodermatidae; los coralillos (*Micruroides euryxantus* y *Micrurus* spp.) y la culebra de mar (*Hydrophis platurus*) de la familia Elapidae; así como las viboras de cascabel (*Crotalus* spp.) y el cantil (*Agkistrodon bilineatus*) miembros de la familia Viperidae.

Consideraciones finales

Como ya se mencionó, Jalisco es una entidad privilegiada en cuanto a su herpetofauna, pues aporta una notable riqueza de anfibios y reptiles al país; no obstante, resta aún bastante por conocer sobre estos grupos en las regiones del estado que carecen de estudios en este rubro. Las colecciones zoológicas desempeñan una importante función para este propósito, y en Jalisco existen algunas instituciones que albergan material herpetofaunístico de la región, a saber: la Colección de Vertebrados del Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara (CEZUG), la Colección Zoológica del Laboratorio Natural Las Joyas de la Universidad de Guadalajara, la Colección de Vertebrados de la Estación de Biología de Chamela, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y la colección de la Universidad Autónoma de Guadalajara.

Asimismo, es poco lo que se sabe respecto a la biología, ecología y sistemática de diversas especies que habitan el estado, lo que resulta primordial dada la obvia relevancia de esta información como base para el conocimiento de la biodiversidad. Es indispensable contar con información básica sobre estos puntos para lograr dirigir de manera más eficiente los esfuerzos de conservación. Sin duda alguna, la labor de asegurar la permanencia de estos organismos depende, en gran medida, de la capacidad que tengan los distintos sectores de la sociedad para trabajar sinérgicamente, y de la concientización de la población en general sobre la relevancia de estos animales.

Referencias

Alvarado-Díaz, J., I. Suazo-Ortuño, L.D. Wilson y O. Medina-Aguilar. 2013. Patterns of physiographic distribution and conservation status of the herpetofauna of Michoacán, Mexico. *Amphibian & Reptile Conservation* 7(1):128–170.

Álvarez del Villar, J. 1977. *Los cordados: origen, evolución y hábitos de los vertebrados.* Tercera edición, Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cogger, H.C. 1993. General description and definition of the class Reptilia. En: *Fauna of Australia, Vol. 2 - Amphibia and Reptilia*. G.A. Ross (ed.). Australian Government Publishing Service, Canberra, pp. 1–6.

Cruz-Sáenz, D. 2004. *Patrones de distribución de los reptiles en el estado de Jalisco*. Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Duellman, W.E. y L. Trueb. 1986. *Biology of amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Londres.

Dunson, W.A., R.L. Wyman y E.S. Corbett 1992. A symposium on amphibian declines and habitat acidification. *Journal of Herpetology* 26(4):349–352.

Fisher, R.N. y H.B. Shaffer. 1996. The decline of amphibians in California's Great Central Valley. *Conservation Biology* 10:1387–1397.

Fitch, H.S., R.W. Henderson y D.M. Hillis. 1982. Exploitation of iguanas in Central America. En: *Iguanas of the World: their behavior, ecology, and conservation*. G.M. Burghardt y A.S. Rand (eds.). Noyes Publications, Nueva Jersey, pp. 397–417.

Flores-Villela, O.A. y P. Geréz, 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo.* CONABIO/UNAM, México.

Flores-Villela, O. y U. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* Supl. 85:S467-S475.

Fox, J.W. y S.M.T. Serrano. 2007. Approaching the golden age of natural product pharmaceuticals from venom libraries: an overview of toxins and toxin-derivatives currently involved in therapeutic or diagnostic applications. *Current Pharmaceutical Design* 13(28):2927–2934.

Gibbons, J.W., D.E. Scott, T.J. Ryan, *et al.* 2000. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience* 50(8): 653-666.

Guillette, L.J.Jr. y A.A. Crain. 1996. Endocrine-disrupting contaminants and reproductive abnormalities in reptiles. *Comments on Toxicology* 5:381–399.

Hager, H.A. 1988. Area-sensitivity of reptiles and amphibians: are there indicator species for habitat fragmentation? Écoscience 5(2):139–147.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1981. Síntesis geográfica de Jalisco. Secretaría de Programación y Presupuesto, México.

Kolby, J.E., S.D. Ramírez, L. Berger, *et al.* 2015. Presence of amphibian chytrid fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in rainwater suggests aerial dispersal is possible. *Aerobiologia* 31(3):411–419.

Lalloo, D.G. y R.D.G. Theakston. 2003. Snake antivenoms. *Journal of Toxicology* 41(3):277–290.

Leberg, P.L. 1993. Strategies for population reintroduction: effects of genetic variability on population and growth size. *Conservation Biology* 7(1):194–199.

Linzey, D.W. 2003. *Vertebate biology*. McGraw-Hill Companies, Nueva York.

Lorch, J.M., J. Lankton, K. Werner, *et al.* 2015. Experimental infection of snakes with *Ophidiomyces ophiodiicola* causes pathological changes that typify Snake Fungal Disease. *mBio* 6(6):1–9.

Luja, V.H., I.T. Ahumada-Carrillo, P. Ponce-Campos y E. Figueroa-Esquivel. 2014. Checklist of amphibians of Nayarit, western Mexico. *Check List* 10(6):1336–1341.

Mokany, A. y R. Shine. 2003. Competition between tadpoles and mosquito larvae. *Oecologia* 135:615–620.

Ochoa-Ochoa, M.L. y O. Flores-Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM/CONABIO, México.

Olesen, J.M. y A. Valido. 2003. Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon. *Trends in Ecology and Evolution* 18(4):177–181.

Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* Supl. 85:S460–S466.

Ponce-Campos, P. y S. Huerta-Ortega. 2004. Anfibios y reptiles de la zona conurbana de Guadalajara y su periferia: análisis preliminar. En: *Ecología urbana en la zona metropolitana de Guadalajara*. A.G. Lopez-Coronado y J.J. Guerrero-Nuno (comps.). Guadalajara, pp. 219–256.

Quintero-Díaz, G.E., J. Vázquez-Díaz y J.J. Sigala-Rodríguez. 2008a. Anfibios. En: *La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 135-139.

Quintero-Díaz, G.E., J. Vázquez-Díaz y J.J. Sigala-Rodríguez. 2008b. Reptiles. En: *La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 141-145.

Raghavendra, K., P. Sharma y A.P. Dash. 2008. Biological control of mosquito populations through frogs: opportunities and constrains. *Indian Journal of Medical Research* 128(1): 22–25.

Reynoso, V.H., A. González-Hernández y M. Sánchez-Luna. 2012. Anfibios y reptiles. En: *La Biodiversidad en Guanajuato:* CONABIO, México, pp. 220-226.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sigala-Rodríguez, J.J. y H.W. Greene. 2009. Cambios en el paisaje y prioridades de conservación: una perspectiva herpetofaunística mexicana a escalas local y regional. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:231–240.

Sinervo, B., F. Méndez-de la Cruz, D.B. Miles, *et al.* 2010. Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science* 328:894–899.

Tyler, M.J., M. Davies y G.F. Watson. 1993. General description and definition of the class Amphibia. En: *Fauna of Australia, Vol. 2 - Amphibia and Reptilia.* G.A. Ross (ed.). Australian Government Publishing Service, Canberra, pp. 1-9.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.4. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 13 de febrero de 2016.

Vitt, L.J. y J.P. Caldwell. 2009. *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles.* Third edition, Academic Press, Estados Unidos.

Wilson, L.D., V. Mata-Silva y J.D. Johnson. 2013a. A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian & Reptile Conservation* 7(1): 1–47.

Wilson, L.D., J.D. Johnson y V. Mata-Silva. 2013b. A conservation reassessment of the amphibians of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian & Reptile Conservation* 7(1): 97–127.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Aves

Eduardo Santana Castellón, Luz de los Milagros Rodríguez Parga, Sarahy Contreras Martínez, Heriberto Verdugo Munguía, Salvador Hernández Vázquez, Oscar Reyna Bustos, Jorge H. Vega Rivera, Katherine Renton, Jorge Ernesto Schondube Friedewold, Alfonso Langle, Erika Eloisa Martínez Martínez, Salvador García Ruvalcaba, Eduardo Iñigo Elías, Juan Antonio Rodríguez Durán y Francisco Rafael Zermeño Núñez

Descripción

Los pájaros son especies de vertebrados que conforman la clase Aves. Se diferencian de las otras clases de vertebrados como los peces, anfibios, reptiles y mamíferos por las siguientes características: se reproducen mediante huevos (ovíparos), tienen un órgano llamado siringe que les permite generar un gran número de vocalizaciones, caminan en dos patas, tienen sangre caliente, es decir, mantienen la temperatura constante de su cuerpo, su metabolismo es muy alto, tienen un sistema sanguíneo y respiratorio muy eficiente y complejo, tienen alas con plumas y muchas otras adaptaciones fisiológicas y anatómicas para volar, aunque algunas especies -muy grandes o restringidas a islas en donde no llegaron depredadores- perdieron la capacidad de vuelo (Feduccia 2001, Navarro y Benitez 2001). Las aves evolucionaron de grupos antiguos de dinosaurios en el periodo Jurásico hace alrededor de 160 millones de años y representan el único grupo de dinosaurios terópodos que, al igual que los cocodrilos que son sus parientes más cercanos, sobrevivieron la extinción masiva de dinosaurios hace 66 millones de años (Feduccia 2001). Si bien las aves son los únicos animales con plumas hoy en día, ya se conoce que algunas especies de dinosaurios también tuvieron plumas, en algunos casos muy coloridas, y que empollaban sus huevos, se movían en bandadas y también tenían sangre caliente (Cowen y Lipps 2000, Horner 2000, Li *et al.* 2010). Uno de los fósiles de aves mejor conocido es el *Archaeopteryx*, que representa una transición evolutiva entre los dinosaurios y las aves, ya que si bien tenían plumas, también tenían dientes en el pico y una cola vertebrada como los dinosaurios.

Por ser las plumas y el vuelo las características que definen a las aves, vale la pena profundizar en su descripción. Las plumas evolucionaron de estructuras de la piel entre las escamas (Cowen Lipps 2000); si bien sus primeras funciones eran para mantener el calor y comunicarse con otras aves, posteriormente se convirtieron en estructuras rígidas más livianas que existen en la naturaleza, lo que les permite dominar el vuelo. Las plumas determinan la forma, color y figura de las aves, además las utilizan para comunicarse tanto agresivamente cuando defienden su territorio o establecen jerarquías de dominio, como durante los cortejos para atraer al sexo opuesto para reproducirse; controlan la temperatura por ser uno de los aisladores térmicos naturales más eficientes que se conocen; además, protegen a las aves del viento y de la lluvia y, en el caso de las aves acuáticas y marinas, les permite controlar su densidad para nadar o bucear con mayor eficiencia (Senar 2004).

Si bien la capacidad de vuelo en los vertebrados no se restringe a las aves, éstas sí son las que mejor lo han dominado, por lo que llevan a cabo los vuelos más rápidos y largos. Las adaptaciones para el vuelo son muchas, pero su función principal es reducir el peso; otros ejemplos para lograrlo, además de

Santana C., E., L.M. Rodríguez-Parga, S. Contreras-Martínez, H. Verdugo-Munguía, S. Hernández-Vázquez, O. Reyna-Bustos, J.H. Vega Rivera, K. Renton, J.E. Schondube, A. Langle, E.E. Martínez-Martínez, S. García Ruvalcaba, E. Iñigo Elías, J.A. Rodríguez-Durán y F.R. Zermeño-Núñez. 2017. Aves. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II*. CONABIO. México, pp. 309-325.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

las plumas, son el poseer huesos huecos y porosos, sustituir los pesados dientes por un pico, cambiar la pesada cola por un grupo de plumas largas, ser ovíparo, es decir, la hembra no tiene que cargar el peso del embrión porque éste se desarrolla en un huevo fuera del cuerpo de su madre, y posiblemente reducir algunos órganos, como las hembras que tienen un ovario y la mayoría los machos tienen un testículo (Navarro y Benítez 1995). Indudablemente las aves son un grupo que genera interés en la sociedad, y como se comunican mediante señales visuales y auditivas, igual que los humanos, han sido el grupo de animales más estudiado por los científicos.

Diversidad

En este capítulo se documentan en Jalisco un total de 565 especies de aves que pertenecen a 77 familias. La avifauna del estado representa 51% de las 1 107 especies de aves reportadas para México, y la entidad se ubica entre las seis con más riqueza avifaunística del país (Navarro y Gordillo 2006, Llorente y Ocegueda 2008). Esta abundancia de aves es similar o superior a la de países como Canadá, Chile, Uruguay, España, Reino Unido, Francia, Alemania, Turquía, Irán, Iraq, Egipto, Marruecos, Ucrania y Mongolia, entre muchos otros (WRI 2009, MABIO 2005). Sin embargo, se excluyen del análisis a una especie extinta y 12 especies extirpadas del estado, así como a 27 especies que ocurren en el estado de forma accidental (para las cuales Jalisco no forma parte de su ámbito usual de distribución) (cuadro 1). Se puede considerar que Jalisco alberga una avifauna compuesta por un total de 565 especies (apéndice 46), de las cuales cinco son exóticas, definidas como aquellas que han establecido poblaciones reproductivas pero fueron introducidas al país o al continente por los humanos y no llegaron mediante expansión natural de su territorio: la paloma común (*Columba livia*), paloma turca (*Streptopelia decaocto*), cotorra argentina (*Myopsitta monachus*), garza ganadera (*Bubulcus ibis*), y gorrión doméstico (*Passer domesticus*). Once familias albergan 50% del total de especies que son habitantes regulares de Jalisco durante alguna temporada; estas son Tyrannidae (35), Parulidae (34), Emberizidae (33), Accipitridae (26), Scolopacidae (26), Anatidae (24), Trochilidae (24), Laridae (22), Cardinalidae (21), Icteridae (18) y Strigidae (18). Un total de 48 especies pertenecen a 10 familias que se asocian principalmente con la costa y el océano (Laridae, Stercorariidae, Anhingidae, Fregatidae, Pelecanidae, Phaethontidae, Phalacrocoracidae, Sulidae, Hydrobatidae y Procellariidae); las 517 especies restantes principalmente en hábitats terrestres o dulceacuícolas.

Distribución

En Jalisco, la región fisiográfica de la Sierra Madre del Sur es la que alberga el mayor número de especies de aves terrestres (409) que representan 79% de las especies encontradas en el estado (se excluyen del análisis 48 especies marinas y pelágicas). Le sigue en riqueza las provincias de la Faja Volcánica Transmexicana, la Planicie Costera y la Sierra Madre Occidental con 370 (71.6%), 322 (62.3%), y 320 (61.9%) especies, respectivamente. La mayoría de las especies de aves en el estado se distribuyen en altitudes inferiores a 1 500 msnm. Esta riqueza de especies disminuye conforme se asciende a altitudes mayores a 2 000 msnm, patrón asociado a la distribución de los tipos de vegetación. En Jalisco, los bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios en las partes bajas albergan más riqueza de especies de aves que los bosques de altitudes medias y altas, como los bosques de encino, y bosques mixtos de pino-encino y oyamel (excepto en algunos casos los bosques húmedos de montaña o bosques mesófilos). La vegetación secundaria, que incluye los bordes de bosques y la vegetación en etapas tempranas de sucesión, alberga, por lo general, un mayor número de especies de aves que los bosques maduros circundantes con una posible excepción a este patrón en los bosques tropicales secos donde las zonas de vegetación secundaria incluyen pocas especies vegetales y recursos (Chazdon *et al.* 2011). Las áreas perturbadas dominadas por pastizales para pastoreo o monocultivos agrícolas invariablemente tiene menos diversidad de especies que los bosques.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Especies extintas, extirpadas y accidentales del estado.

Tipo	Género	Epíteto específico	Nombre común
Extinta	*Campephilus*	*imperialis*	Carpintero imperial
Extirpada	*Branta*	*canadensis*	Ganso canadiense
	Mergus	*serrator*	Mergo copetón
	Lophodytes	*cucullatus*	Mergo cresta-blanca
	Melanitta	*perspicillata*	Negreta nuca-blanca
	Clangula	*hyemalis*	Pato cola-larga
	Cairina	*moschata*	Pato real
	Anas	*penelope*	Pato silbón
	Sarcoramphus	*papa*	Zopilote rey
	Falco	*femoralis*	Halcón fajado
	Grus	*americana*	Grulla blanca
	Grus	*canadensis*	Grulla gris
	Xenospiza	*baileyi*	Gorrión serrano
Accidentales	*Mergus*	*serrator*	Mergo copetón
	Melanitta	*perspicillata*	Negreta nuca-blanca
	Clangula	*hyemalis*	Pato cola-larga
	Anas	*penelope*	Pato silbón
	Podiceps	*auritus*	Zambullidor cornudo
	Plegadis	*falcinellus*	Ibis cara-oscura
	Elanoides	*forficatus*	Milano tijereta
	Thalasseus	*sandvicensis*	Charrán de sándwich
	Tyrannus	*forficatus*	Tirano-tijereta rosado
	Vireo	*solitarius*	Vireo anteojillo
	Vireo	*griseus*	Vireo ojos blancos
	Corvus	*imparatus*	Cuervo tamaulipeco
	Dumetella	*carolinensis*	Maullador gris
	Vermivora	*chrysoptera*	Chipe ala dorada
	Setophaga	*tigrina*	Chipe atigrado
	Protonotoria	*citrea*	Chipe dorado
	Setophaga	*citrina*	Chipe encapuchado
	Geothlypis	*philadelphia*	Chipe enlutado
	Setophaga	*pensylvanica*	Chipe flanco castaño
	Setophaga	*dominica*	Chipe garganta-amarilla
	Oreothlypis	*peregrina*	Chipe peregrino
	Setophaga	*palmarum*	Chipe playero
	Setophaga	*discolor*	Chipe de pradera
	Piranga	*olivacea*	Tángara escarlata
	Pipilo	*erythrophthalmus*	Toquí pinto
	Sturnus	*vulgaris*	Estornino pinto
	Phoebastria	*immutabilis*	Albatros de Laysan

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Navarro y Gordillo 2006, Llorente y Ocegueda 2008.

Endemismo

Jalisco no tiene especies endémicas a sus límites estatales, pero sí alberga muchas especies terrestres endémicas de México. De la avifauna terrestre de Jalisco, 18% (96 de 517 especies) muestra algún grado de endemismo, de las especies terrestres de Jalisco 9.5% (49) son endémicas del país, y 9% (47) son semi o cuasiendémicas. De las especies endémicas de México, 30 están restringidas a las montañas de occidente; sin embargo, es muy relevante que Jalisco albergue 31 especies adicionales semiendémicas de México, lo que implica que durante el invierno tiene una destacada responsabilidad global para proteger y conservar dichas especies. La importancia del occidente mexicano para conservar aves endémicas ha sido reconocida a escala internacional por la organización Bird Life International que ha establecido dos áreas de endemismos de aves (EBA por sus siglas en

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

inglés), que incluye importantes porciones del estado: a) la Vertiente Noroeste Mexicana del Pacífico mexicano y b) la Sierra Madre Occidental y Faja Volcánica Transmexicana, mismas que se categorizan con niveles de prioridad de conservación alta y urgente, respectivamente (Stattersfield *et al.* 1998).

Transición biogeográfica

Una de las características que le dan a la avifauna de Jalisco una particularidad a escala mundial es que el estado se encuentra justo en la zona de transición biogeográfica abrupta entre el Neártico y el Neotrópico, misma que es conocida como la Zona de Transición Mexicana (Halffter 2003). Por lo tanto, muchas especies encuentran en Jalisco su límite de distribución continental (norte o sur) lo que tiene repercusiones para la conservación y los procesos de selección natural, ya que son justamente las poblaciones periféricas las que muestran procesos más rápidos de evolución genética (Smith *et al.* 2005a, b). En contextos de cambio climático global es en estas zonas de transición donde se espera observar los cambios más marcados en la distribución de especies (Martínez y Fernández 2004). Aproximadamente 48% (248) de la avifauna terrestre del estado tiene una distribución neártica mientras que 23% (121) tiene una distribución neotropical. Un total de 146 especies terrestres presentan en Jalisco el límite norte o sur de su distribución continental.

Especies migratorias

Jalisco es también relevante por encontrarse justo en el centro de la región de América del Norte que muestra la mayor densidad de individuos y riqueza de especies de aves migratorias terrestres (Hutto 1980 y 1986, Stotz *et al.* 1996, Berlanga *et al.* 2010). Adicionalmente, Jalisco es el centro de distribución invernal de una alta proporción de especies migratorias terrestres cuyas poblaciones están amenazadas en el continente, especialmente las migratorias del centro y oeste de Canadá y Estados Unidos (Rich *et al.* 2004, Berlanga *et al.* 2010). De las especies de aves terrestres del estado, 30% (154) lleva a cabo migraciones de larga distancia, 57% (293) residen todo el año en México y 12% (62) tienen un componente de su población residente y otro migratorio. Aproximadamente un tercio o más de las especies residentes también lleva a cabo migraciones altitudinales, locales y periféricas durante las diferentes estaciones del año (Howell y Webb 1995). Es difícil determinar el porcentaje exacto de las especies residentes que migran de forma local debido a la falta de conocimiento sobre la ecología de las especies y a la variabilidad de sus migraciones en diferentes regiones. Son las aves migratorias de larga distancia, aunadas a las endémicas, las que le confieren a Jalisco un lugar prominente a escala internacional para su conservación.

Importancia ecológica, económica y cultural

Cacería para autoconsumo y cinegética

Si bien es muy probable que todas las especies de aves que el ser humano ha logrado capturar o cazar han sido consumidas en algún momento, existen grupos taxonómicos que son los más reportados en la dieta de comunidades indígenas, campesinas y familias con tradición de cacería. Al menos 73 especies de aves que pertenecen a ocho familias (Tinamidae, Anatidae, Rallidae, Cracidae, Phasianidae, Odontophoridae, Scolopacidae, Columbidae) han sido consumidas regularmente en la región occidente de México, que incluye a Jalisco (Santana *et al.* 1990). Algunas de éstas pueden desempeñar un valor nutricional importante en tiempos de sequía y/o carestías; con el transcurso del tiempo ha ido aumentando el número de especies autorizadas para ser cazadas, por ejemplo, en 1997 se reportaban en el calendario cinegético como susceptibles de cacería sólo 14 especies, mientras que para el año 2013 se permitía cazar en épocas hábiles 26 especies en el estado (SEMARNAT 1997, 2012).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La cacería de aves tiene un valor recreativo al ofrecer oportunidades de esparcimiento, pero también tiene un valor económico. En los clubes cinegéticos y las tiendas de armas se venden la mayoría de los cintillos expedidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) que permite el aprovechamiento en las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). El precio se establece por la demanda en el mercado donde participan los representantes de las UMA, clubes, tiendas y cazadores. La cacería promueve el comercio de armas y municiones, ropa e implementos de campismo, literatura especializada, así como todo lo relativo al transporte, hospedaje, alimentación y prestación de servicios y venta de permisos de cacería. Hasta el año 2013, no se conocía estudio alguno sobre el valor económico directo o indirecto de la cacería de aves en el estado.

Desde el año 2000, la cacería de aves en México sólo se puede realizar en predios registrados como UMA, para lo cual se han creado planes de aprovechamiento de aves, mismos que deben ser aprobados por la SEMARNAT (SEMARNAT 2000). En el año 2008 existían en Jalisco 80 UMA aprobadas para cazar aproximadamente 34 especies. Este número supera a las 26 indicadas para cazar en épocas hábiles debido a que la ley permite tasas de aprovechamiento para la cacería de prácticamente cualquier especie que no esté amenazada, siempre y cuando le sea aprobado un plan de manejo basado en estudios poblacionales (artículos 82, 83, 84, 85 y 87; SEMARNAT 2000). Las especies de aves más populares para cazar en el estado, en orden de importancia, son palomas huilotas (*Zenaida macroura*), paloma alas blancas (*Zenaida asiatica,* figura 1), codorniz cotui (*Colinus virginianus*), pato golondrino (*Anas acuta,* figura 2), cerceta canela (*Anas cyanoptera*, figura 3) y la zarapito ganga (*Bartramia longicauda*). La fenología y requerimientos ecológicos de hábitat definen espacial y temporalmente la actividad cinegética: las palomas y codornices se cazan principalmente

Figura 1. Paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

Figura 2. Pato golondrino (*Anas acuta*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Cerceta canela (*Anas cyanoptera*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

en el invierno (de octubre a marzo); los patos, cercetas y gangas se cazan en los Altos de Jalisco de agosto a septiembre; y los guajolotes en la Sierra Occidental en primavera (de marzo a mayo) (SEMARNAT 2009, 2012).

Aves canoras y de ornato

Históricamente, Jalisco se ubica entre los tres estados más importantes del país en la captura y venta de aves que son comercializadas por su hermoso plumaje o canto (Quiñones y Castro 1975, Iñigo-Elías y Ramos 1991); sin embargo, también se encuentra entre los primeros estados que participan en el contrabando ilegal de aves silvestres a escala nacional e internacional (Iñigo-Elías y Ramos 1991, Pérez-Gil *et al.* 1992, Cantú *et al.* 2007, Dehesa 2008). Sigue siendo común ver en el estado especies protegidas en cautiverio en casas privadas, hoteles y restaurantes sin consecuencia alguna para los que infringen la ley (Cantú *et al.* 2007). La economía del mercado de aves canoras y de ornato es significativa en la entidad, ya que cuentan con uno de los gremios de capturadores más grande del país y generan ingresos directos por la venta de aves, así como otros relacionados con la compra de jaulas, alimentos, libros, medicinas y servicios veterinarios. Durante la temporada 2000-2001 la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) otorgó 25 500 permisos a uniones de capturadores de aves en el estado, siendo éste el tercer volumen de permisos en importancia a escala nacional (López-Medellín e Iñigo-Elías 2009). Algunas especies de aves alcanzan altos valores en el mercado negro, por ejemplo, en el 2002 el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*) se vendía por $500 dólares en Canadá (López-Medellín e Iñigo-Elías 2009). Esta demanda genera contrabando y redes de corrupción con características similares, e incluso ligadas a las de los mercados ilícitos de drogas y de armas, por lo cual este tipo de comercio ilegal en vez de representar un valor, constituye un daño a la sociedad.

Al igual que la cacería, el número de especies de aves silvestres que se permite comercializar en México ha tenido fluctuaciones. En 1988 se permitía la captura de 72 especies, pero en 1996 el número de especies aumentó a 81 (INE 1996), y en el 2012 se permitió la captura de 22 especies (SEMARNAT 2012), aunque bajo un régimen de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

aprovechamiento diferente. De estas 81 especies sólo 61 están registradas en Jalisco. Debido al impacto negativo de esta actividad sobre la población de aves silvestres (López-Medellín e Iñigo-Elías 2009, Rojo y Cruz 2006), las capturas legales de aves en la entidad han disminuido de 23 455 en 1999 a 204 individuos en 2005 (López-Medellín e Iñigo-Elías 2009); sin embargo, no se cuenta con información adecuada para determinar si el aprovechamiento de subsistencia y el de UMA es sustentable a largo plazo, y se requiere evaluar los impactos sobre la población, así como su valor real económico y el balance de su impacto social.

Para algunas especies de aves canoras y de ornato (figura 4) la presión ha sido tan grande que, en el año 2008 se estableció una veda permanente y total sobre ellas, como en el caso de los psitácidos (guacamayas, loros, pericos y cotorras) (SEMARNAT 2000). Si bien el procedimiento regular para aprobar la captura de especies silvestres, a través de UMA, incluye que la DGVS exija un plan de manejo aprobado, así como estudios poblacionales e informes anuales, dichos estudios no los pueden realizar muchos capturadores debido a los escasos recursos para contratar a prestadores de servicios técnicos. Se ha implementado otro mecanismo bajo el esquema de aprovechamiento para fines de subsistencia sin necesidad de establecer una UMA, en el cual el solicitante demuestra que es una persona de escasos recursos y que la captura de aves canoras (figura 5) es su única actividad laboral. Este procedimiento está amparado en el artículo 92 de la Ley General de Vida Silvestre y los artículos 106 y 107 de su reglamento (SEMARNAT 2000). Más de 80% de las aves capturadas en la entidad caen bajo este sistema, lo que preocupa al sector conservacionista por la poca posibilidad de supervisar y monitorear las tasas de cosecha, ya que las aves no se anillan para corroborar su procedencia. En algunos casos hasta se triplica la captura permitida, y no hay control sobre el movimiento ilegal interestatal de aves a centros de acopio para su comercialización (observación personal de los autores).

Figura 4. Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

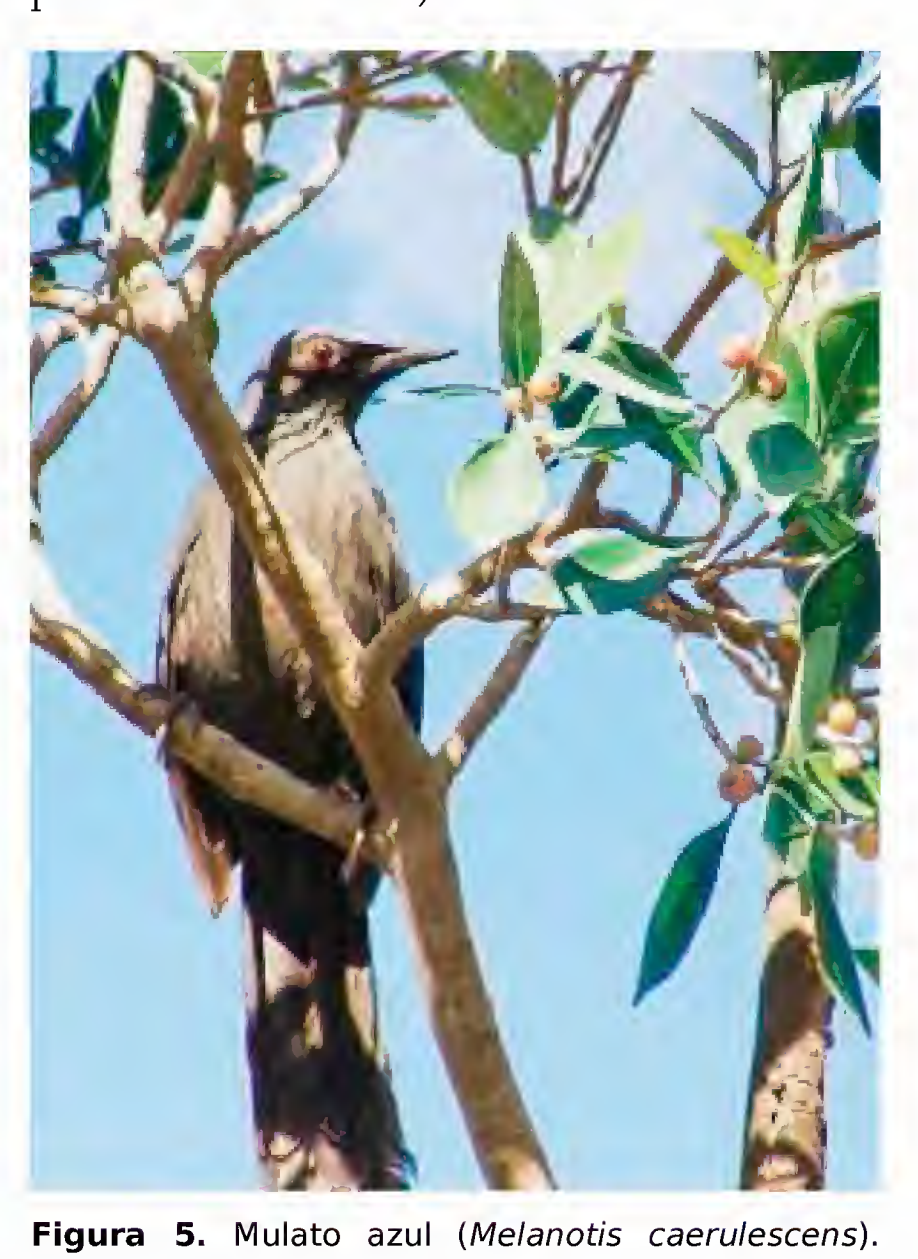


Figura 5. Mulato azul (*Melanotis caerulescens*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Turismo de observación de aves

En Jalisco, el turismo para observar aves proviene principalmente de Estados Unidos y Canadá, donde la observación de aves es una de las actividades recreativas más populares, superior a la cacería o la pesca (Carver 2006). Unos 48 millones de personas en Estados Unidos se autodenominan "observadores de aves", de las cuales 20 millones participan en turismo ornitológico y viajan lejos de su hogar para ver aves. En EUA, los observadores de aves gastan anualmente alrededor de 12 mil millones de dólares en viajes, de los cuales 92% se dedican a los rubros de transporte, hospedaje y alimentación; en equipo relacionado a la observación de aves invierten anualmente aproximadamente 24 mil millones de dólares. En Jalisco, el mercado nacional de observadores es aún limitado, aunque desde hace más de 30 años empresas estadounidenses ofertan viajes para observar aves en la costa y montañas del litoral del estado. Al menos cinco compañías ecoturísticas extranjeras y tres nacionales se han dedicado a ofrecer este tipo de viajes. Las extranjeras ofertan viajes a Jalisco y Colima de ocho a 12 días de duración, por los que cobran más de 2 000 dólares (excluyendo el transporte aéreo). La ventaja comparativa de Jalisco para atraer al turismo observador de aves es que presenta una gran accesibilidad a bajo costo desde ciudades de Estados Unidos y Canadá, y ofrece observar una diversidad de especies residentes y migratorias. El estado alberga al menos 60 especies de alto valor de atracción para el aficionado a las aves, debido a que muchas son endémicas del occidente de México o con plumajes muy atractivos (figuras 6-9). En poco tiempo, el observador en Jalisco se puede desplazar de paisajes costeros tropicales a montanos templados para observar comunidades de aves contrastantes. En la costa y los humedales dulceacuícolas de Jalisco también se están estableciendo UMA con fines de observación de aves.

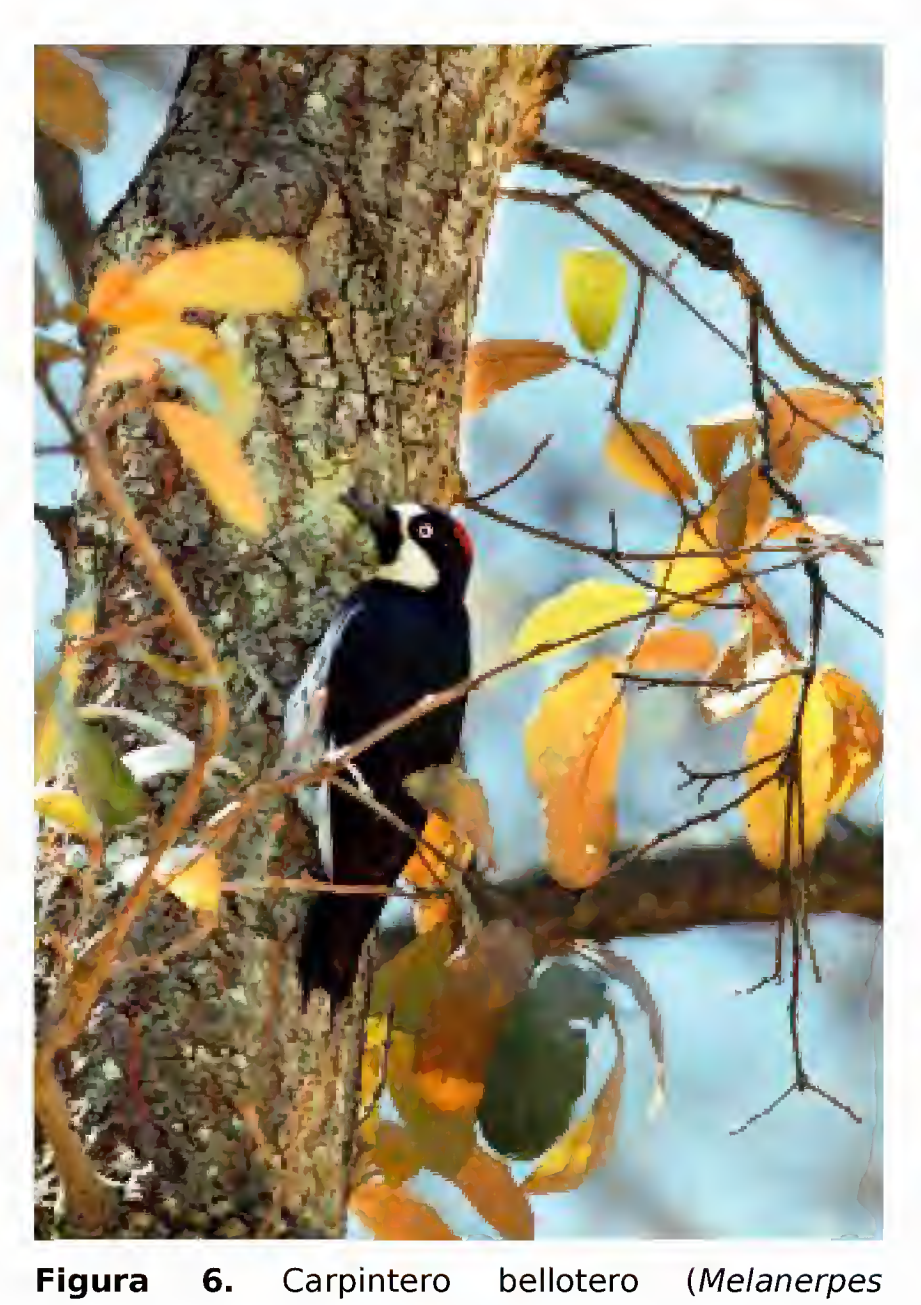


Figura 6. Carpintero bellotero (*Melanerpes formicivorus*). Foto Oscar Reyna Bustos.

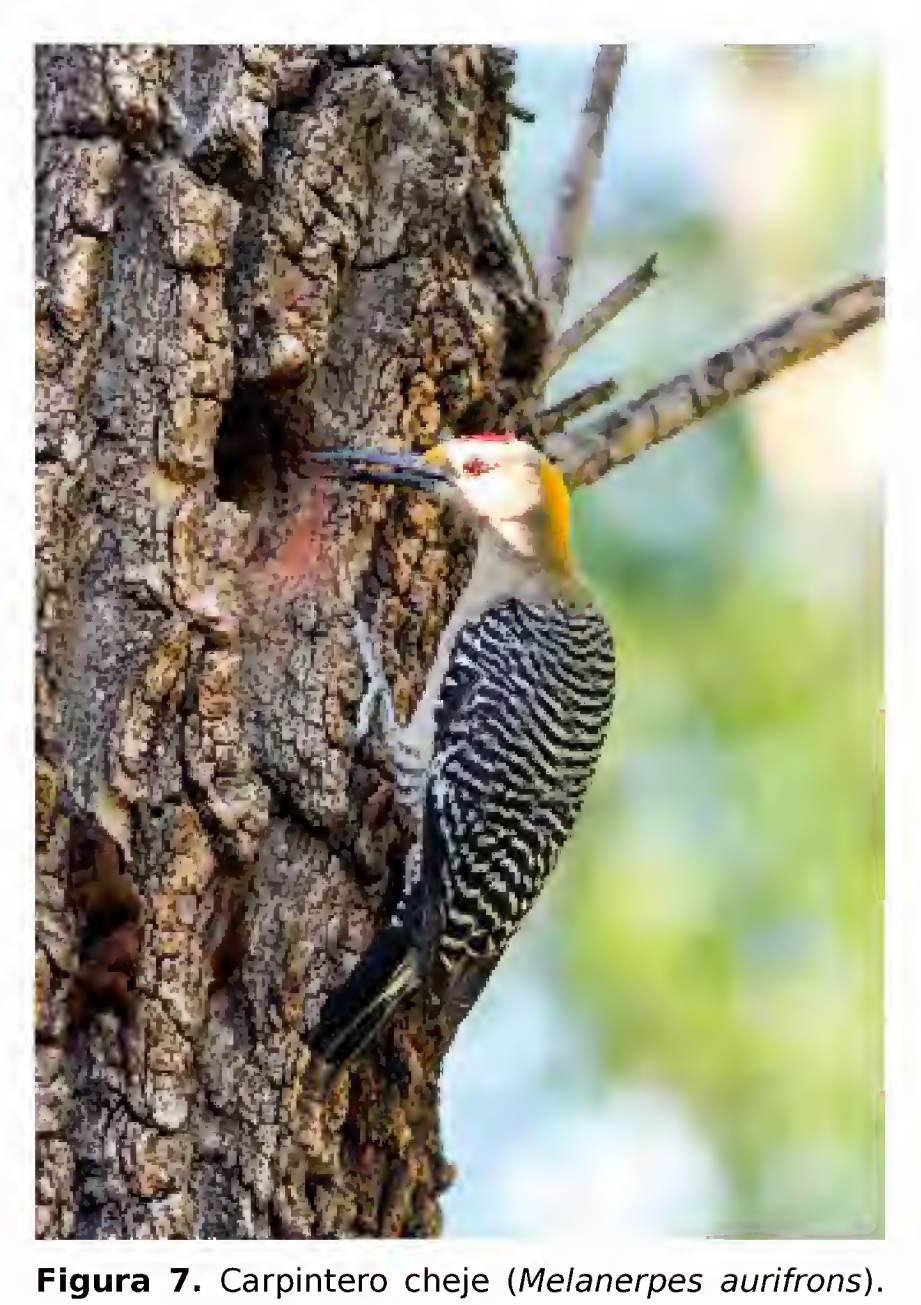


Figura 7. Carpintero cheje (*Melanerpes aurifrons*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 8. Avoceta americana (*Recurvirostra americana*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

Figura 9. Momoto corona café (*Momotus mexicanus*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Valor místico-religioso y artesanal

Algunas aves tienen valor porque se usan en recetas tradicionales de cocina, y las plumas de las aves han tenido una función cultural en Jalisco como ornamentos, artesanías y valor místico-religioso que se remonta a tiempos prehispánicos, característica del arte plumario en el cual ha destacado México a escala internacional (Castello 1993). En Jalisco, el pueblo wixárika le confiere a las aves un lugar importante en su cosmovisión, y un valor mágico-religioso y ornamental a las plumas de águilas real, gavilanes (figura 10), buitres (figura 11), búhos, guacamayas, loros, guajolotes, garzas, golondrinas, entre otros (Zinng 1998).

Sitios de investigación y capacitación

Una de las grandes aportaciones pocas veces reconocida del estado a la ornitología nacional, es su contribución a generar conocimientos científicos sobre la biología y la ecología de las aves, así como a formar recursos humanos relacionados con la ornitología (ver Palomera *et al.* 2007 para un listado de publicaciones y tesis sobre ornitología en el estado). Existen varias localidades de Jalisco donde se han realizado diversas investigaciones ornitológicas, como el bosque La Primavera, la laguna de Sayula, la barranca del río Santiago, el lago de Chapala, islas en la bahía de Chamela, la sierra de Quila, el Nevado de Colima y varios esteros y lagunas costeras. Sin embargo, debido al alto número de publicaciones y tesis de licenciatura y posgrado que se han generado, destacan dos estaciones científicas universitarias: la Estación Biológica de Chamela (EBCH), de la Universidad Nacional Autónoma de México en la Reserva de la Biosfera Cuixmala-Chamela, y la Estación Científica Las Joyas, de la Universidad de Guadalajara en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Santana *et al.* 2004, IBUNAM 2013). Estas

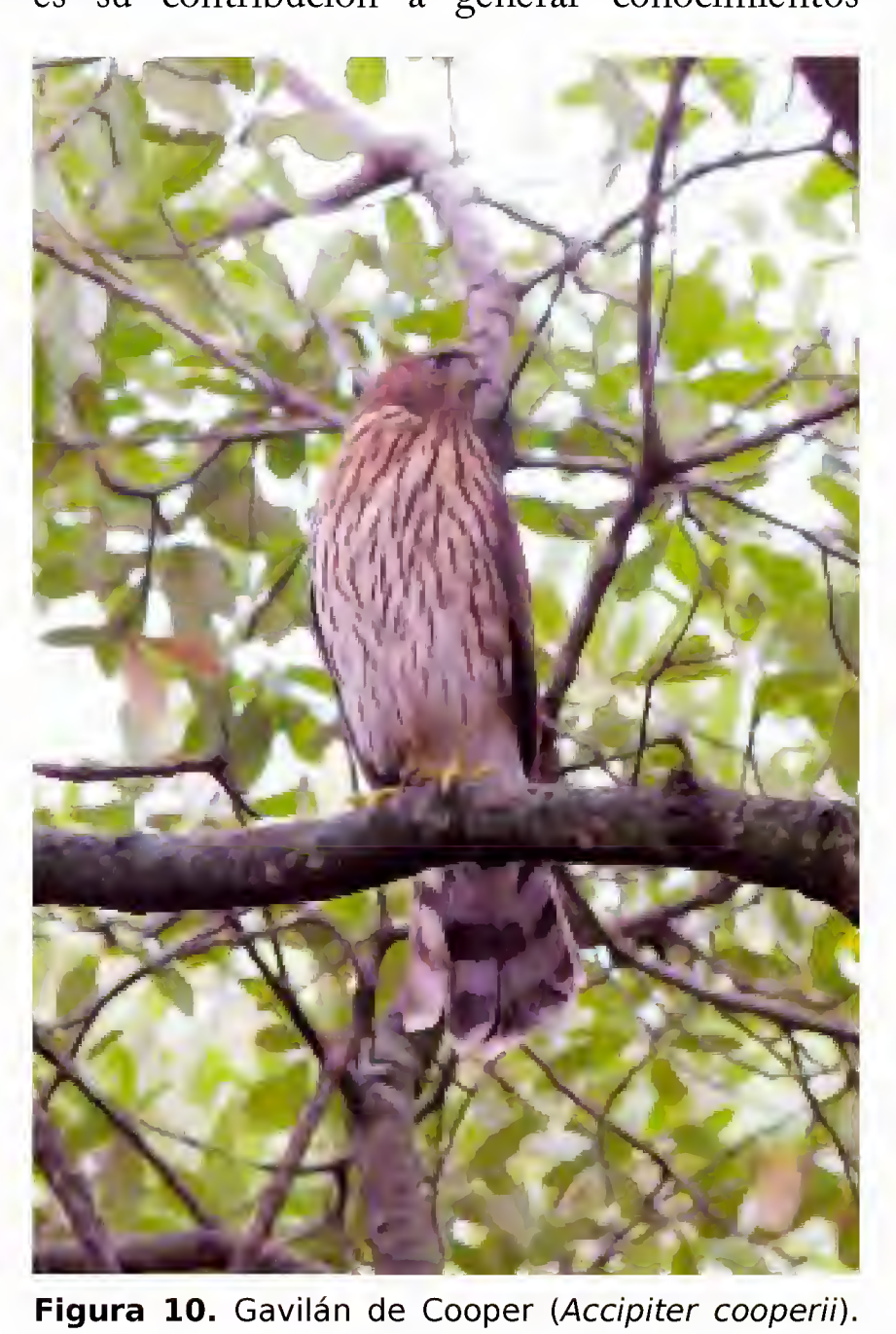


Figura 10. Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

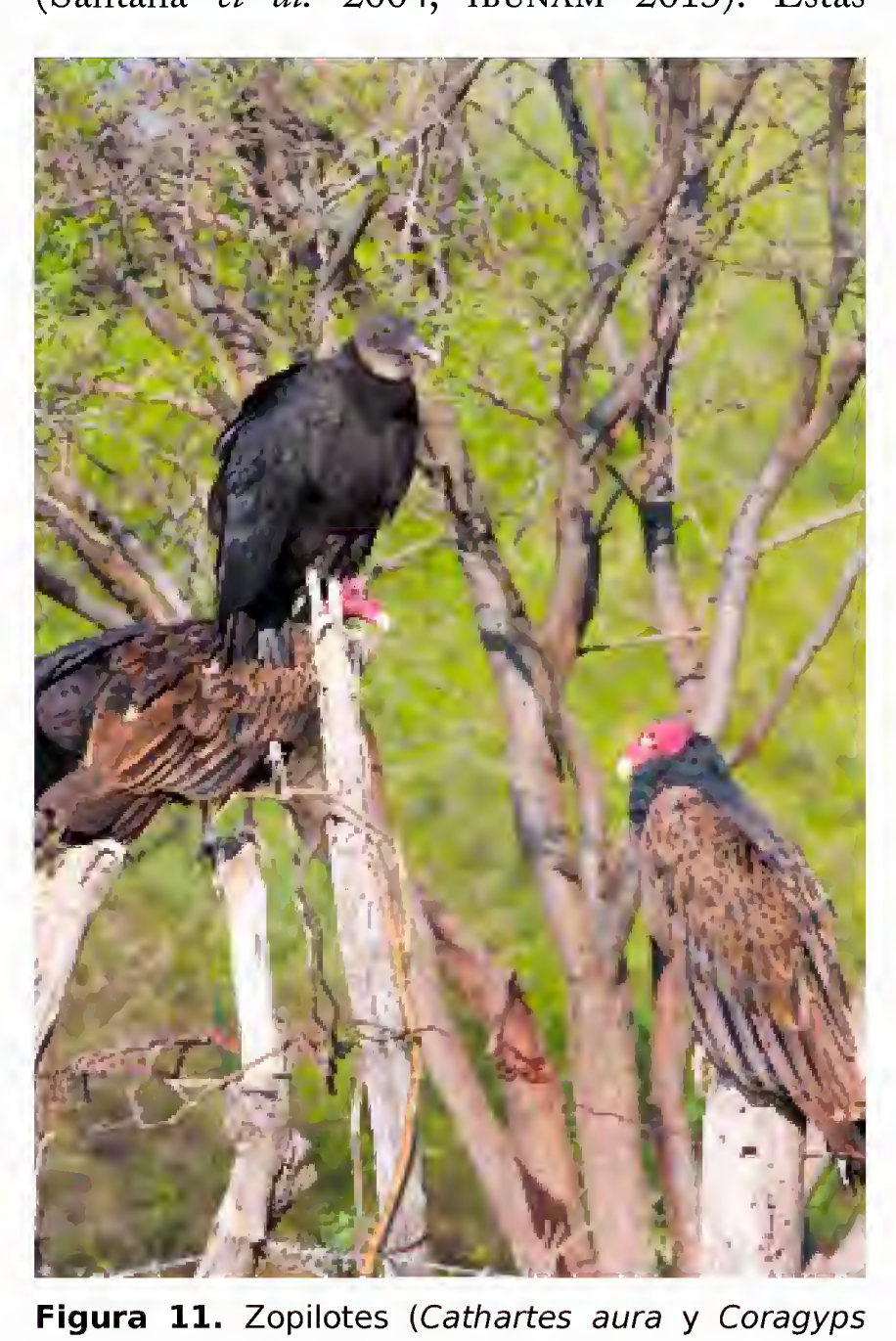


Figura 11. Zopilotes (*Cathartes aura* y *Coragyps atratus*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

estaciones científicas también han sido sede para la formación en ornitología de cientos de profesionistas, profesores y estudiantes que provienen de todos los estados de la república y de otros países. Como producto de este trabajo, diversos ornitólogos del estado participan en redes nacionales e internacionales como CIPAMEX, MEXLTER, Partners in Flight, eBird-averAves, North American Bird Conservation Initiative, Hummingbird Monitoring Network, entre otras, y el estado ha sido sede de reuniones asociadas a estas organizaciones.

Situación y estado de conservación

Se considera extinto el carpintero imperial (*Campephilus imperialis*), especie cuyo ámbito de distribución incluía a Jalisco (Lammertink *et al.* 1996, Lammertink *et al.* 2011). Se considera que hay otras siete especies extirpadas de la entidad, aunque algunas poblaciones de estas mismas persisten en otros estados del país o en otros países; las siete especies extirpadas son ganso canadiense (*Branta canadensis*), mergo cresta-blanca (*Lophodytes cuccullatus*), zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), halcón fajado (*Falco femoralis*), grulla gris (*Grus canadensis*), grulla blanca (*G. americana*) y gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*). El guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) estaba prácticamente extirpado de la entidad, pero fue reintroducido en la zona norte para fines de cacería y en 2015 se conoció su presencia en los municipios de Colotlán, Chimaltitán, Villa Guerreo, Mezquitic, Bolaños, Huejuquilla, Teocaltiche, Atemajac de Brizuela, Chiquilistlán y Tapalpa (Lafon y Schemnitz 1996, datos inéditos DGVS).

En Jalisco 254 especies de aves (45% del total de 565 especies que incluye especies extirpadas) se encuentran bajo algún criterio formal de protección o manejo de la NOM-059 (SEMARNAT 2010) o de algún criterio internacional de conservación, como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2015), *Bird Life International* (BLI 2010), *Partners in Flight* (Berlanga *et al.* 2010) o especies de preocupación para *Neotropical Migratory Bird Conservation Act* (NMBCA 2011) (apéndice 46). La prioridad del gobierno estatal es asegurar la conservación y el uso sustentable de estas especies. Se considera que las que tienen prioridad para conservar, además de las siete especies extirpadas, son las nombradas en al menos tres de las cinco listas nacionales e internacionales de especies amenazadas, estas son el búho manchado (*Strix occidentalis*), la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), el águila solitaria (*Buteogallus solitarius*), el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), el aguililla pecho-rojo (*Buteo lineatus*), el aguililla real (*Buteo regalis*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), la guacamaya verde (*Ara militaris*), el loro corona-lila (*Amazona finschi*, figura 12), el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*), el tecolote del balsas (*Megascops seductus*), el búho cuerno corto (*Asio flammeus*), el colibrí cola pinta (*Tilmatura dupontii*), la ninfa mexicana (*Thalurania ridwayi*) el vireo gorra negra (*Vireo*

Figura 12. Loro corona lila (*Amazona finschi*). Foto: Oscar Reyna Bustos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

atricapilla), el chipe crisal (*Oreothlypis crissalis*) y el colorín sietecolores (*Passerina ciris*). El águila real (*Aquila chrysaetos*) es también importante ya que es amenazada según la NOM-059 (SEMARNAT 2010), y además tiene un alto valor cultural como símbolo nacional del país, y religioso en la cultura wixárika.

Principales amenazas

Las principales amenazas para que sobrevivan las aves de Jalisco son las mismas que afectan a la avifauna y a los vertebrados del resto del país (Santana 2005, Challenger y Dirzo 2009). Se pueden caracterizar en dos tipos:

1. Los factores de raíz, últimos o indirectos, como son una deficiente cultura ambiental y social (falta de educación y de conocimientos, avaricia, individualismo, falta de valores y solidaridad social, y desinterés por el medio ambiente), procesos negativos del mercado, falta de participación social y política en la toma de decisiones, desigualdades sociales relativas al empleo y la distribución de la riqueza, acceso inequitativo a servicios básicos como vivienda, alimento, salud y educación, desatención social sobre los medios y procesos de producción, tecnologías dañinas a los procesos ecológicos, y el crecimiento demográfico humano, entre otros.
2. Procesos directos o inmediatos como la destrucción, degradación y fragmentación de hábitats, que incluyen el avance de la frontera agrícola, ganadera y urbana sobre diferentes tipos de bosques, pastizales y nopaleras en la región Costa, Norte y Los Altos (proceso que son acelerados en muchos casos por la apertura de caminos). Otras causas próximas de degradación de hábitat son los daños locales causados por los incendios forestales y la actividad minera, la desecación y el relleno de humedales, la inundación de bosques ribereños por presas, la reducción del flujo de agua en ríos, la contaminación de aguas y suelos (como en los casos de los ríos Santiago y Marabasco), la sobreexplotación de poblaciones para la cacería deportiva y de subsistencia y para el comercio de mascotas (especialmente los psitácidos), y la introducción de especies exóticas e invasivas. Desafortunadamente, no existe información adecuada para documentar con certeza la relación causa-efecto para todos los factores directos e indirectos que amenazan la supervivencia de las aves, pero esto no impide que se puedan esbozar unas líneas generales para implementar estrategias sociales y políticas públicas para conservar las aves.

Acciones de conservación

En el contexto nacional, Jalisco es prioritario para conservar la biodiversidad (Flores-Villela y Gerez 1994, Llorente y Ocegueda 2008). Por la relevancia de su avifauna, instituciones como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), *BirdLife International* y la Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX) han designado en Jalisco siete áreas de importancia para las aves (AICA), también conocidas por sus siglas en inglés como *important bird areas* (IBA) (Arizmendi y Márquez 2000, Vidal *et al.* 2009): sierra de Manantlán, Chamela-Cuixmala, Nevado de Colima, El Carricito, laguna de Chapala, presa Cajón de Peñas, e Islas Marietas. Cuatro de estas AICA fueron incluidas entre las 150 más importantes del continente por la Comisión de Cooperación Ambiental del América del Norte (CEC 1999). A escala global y nacional, numerosos ejercicios de priorización coinciden en ubicar a Jalisco entre las zonas de mayor prioridad para conservar a las aves en México (Navarro-Sigüenza *et al.* 2011). Por este motivo se requiere analizar la problemática y las características particulares del estado y de su avifauna para diseñar una estrategia efectiva para conservar este grupo de vertebrados.

En la entidad, además de designar áreas naturales protegidas, sitios Ramsar y AICA para conservar las aves, también se llevan a cabo otras actividades con diferentes grados de efectividad, como el monitoreo de especies de interés social en algunas áreas protegidas, la regulación de la cacería y la

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

captura de aves canoras y de ornato, el decomiso de especies que se venden ilegalmente, entre otras. Sin embargo, en el estado no existe un programa integral para conservar y aprovechar de manera sustentable su avifauna.

Recomendaciones

Los pasos para definir acciones para conservar las aves incluye a) identificar los problemas directos e indirectos de conservación de aves, y b) reconocer los factores y los impedimentos económicos, ecológicos, sociales, políticos y culturales que limitan la capacidad para resolverlos. Las líneas estratégicas de manejo y conservación de aves se deben definir mediante un diagnóstico realizado con la participación no solamente de ornitólogos profesionales, también de observadores de aves, cazadores, manejadores de recursos naturales y áreas naturales protegidas, de los actores asociados al mercado de aves canoras y de ornato, así como de los sectores productivos que más daño generan al hábitat de las aves. Producto del análisis de las fortalezas y capacidades del estado para resolver los problemas, se deben desarrollar líneas estratégicas de acción que logren la resolución simultánea de varios de los problemas eje que afectan a las aves. A continuación se presenta un esbozo para desarrollar acciones estatales de conservación de aves:

- Diseñar y desarrollar programas de conservación y manejo de las aves que se implementen de forma transectorial teniendo en cuenta no sólo el sector ambiental, también a los sectores asociados a la producción agrícola y ganadera, la producción forestal y el desarrollo urbano, turístico y minero, que son algunos de los que más impacto negativo tienen en el hábitat de las aves.
- Asegurar la participación real de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) en los programas y las acciones de conservación de aves.
- Implementar las iniciativas de conservación e investigación aplicadas desde los diferentes sectores y niveles de gobierno, pero que coinciden en un mismo territorio. Se deben diseñar acciones de conservación para que sean implementadas tanto en áreas naturales protegidas como en terrenos no protegidos sujetos a actividades productivas. Los programas deben ayudar a generar certidumbre sobre la tenencia de la tierra, lo que es un prerrequisito para asegurar la efectividad, a largo plazo, de las acciones de conservación implementadas. De esta forma se asegura una sinergia positiva en un mismo ámbito territorial; en algunos casos, como proyectos pilotos experimentales, debe aumentar el impacto y la efectividad de las acciones, y asegurar las probabilidades de éxito a corto, mediano y largo plazo.
- Desarrollar el manejo con un enfoque de manejo adaptativo que integre a la investigación como parte del proceso de evaluación y monitoreo de la efectividad de las acciones de manejo y, en especial, para los aprovechamientos cinegéticos, de autoconsumo, de aves canoras y de ornato, así como para el manejo del hábitat. Vinculado al manejo adaptativo, se debe desarrollar un programa estratégico de investigación sobre temas prioritarios que generen la información necesaria para tomar decisiones de conservación; particularmente enfocados a los sistemas de más diversidad y amenazas, como las selvas y bosques de la costa del Pacífico. Se requiere investigación aplicada a determinar a) distribución, b) estados y tendencias poblacionales, c) requerimientos ecológicos de hábitat, y d) respuestas a perturbaciones ambientales como cambio de uso de suelo y transformación del hábitat.
- Revisar y adecuar el marco normativo, la legislación y la reglamentación pertinente para el manejo y la conservación de las aves.
- Elevar las capacidades de gestión y desempeño de los funcionarios públicos y de los manejadores de recursos naturales en áreas de importancia para la conservación de las aves.
- Modificar y adecuar las estructuras institucionales, los esquemas organizativos, las funciones y atribuciones de diversas dependencias gubernamentales para lograr que adquieran más efectividad para llevar a cabo su misión relacionada con la conservación de las aves.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

- Impulsar una cultura ciudadana que valore a las aves y participe y promueva su estudio y su conservación, actuando tanto a nivel individual como de forma organizada para incidir en el sector civil y el gubernamental.
- Incorporar a las aves en programas de generación de empleos y desarrollo económico, así como generar nuevas y más fuentes de financiamiento y subsidios para las líneas estratégicas de acción para conservar a las aves. Esto incluye apoyos para establecer programas como los relativos a pagos por servicios ambientales en el ámbito de biodiversidad de la Comisión Nacional Forestal y las UMA.

Consideraciones finales

La conservación de la avifauna jalisciense requiere de una estrategia diversificada que responda a las amenazas que hasta el 2013 merman sus poblaciones. La estrategia también debe incluir enfoques transectoriales que coincidan y se refuercen entre sí en un mismo territorio. La preferencia debe ser evitar el cambio de uso del suelo, conservar hábitats prioritarios de bosques, selvas, humedales y pastizales, así como eliminar la sobreexplotación de las poblaciones. Esto se puede lograr a través de la creación de áreas naturales protegidas, así como con el establecimiento de reglamentos y programas de protección y de incentivos de conservación en terrenos no protegidos. También se deben promover actividades educativas que den a conocer los valores ecológicos, socioeconómicos y culturales de las aves jaliscienses. Ineludiblemente, se debe vincular a la avifauna jalisciense con programas de desarrollo socioeconómico que incluyan actividades que generen empleos e ingresos, como el turismo ornitológico, la cacería y otras formas de aprovechamiento verdaderamente sostenibles. A medida que aumente la percepción social de que las aves son valiosas e importantes, y se incremente el aprecio y el cariño hacia ellas, también aumentará el compromiso y la prioridad de los programas de gobierno para conservarlas.

Referencias

Arizmendi, C. y L. Márquez. 2000. *Áreas de importancia para la conservación de las aves en México (AICA)*. CIPAMEX/CONABIO/CCN/FMCN, México.

Berlanga, H. J., A. Kennedy, T.D. Rich, *et al.* 2010. *Conservando a nuestras aves compartidas: La visión trinacional de compañeros en vuelo para la conservación de las aves terrestres*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca.

Berlanga, H., V. Rodríguez-Contreras, A. Oliveras-de-Ita, *et al.* 2008. Red de conocimientos sobre las aves de México (AVESMX). CONABIO. En: <*http://avesmx.conabio.gob.mx/index.html*>, última consulta: 15 de mayo de 2013.

BLI. BirdLife International. 2000. *Threathened birds of the world.* Lynx Editions/BirdLife International, Reino Unido.

—. 2010. The BirdLife checklist of the birds of the world, with conservation status and taxonomic sources. Versión 3. En: <*http://www.birdlife.info/docs/SpcChecklist/Checklist_v3_June10.zip*>, última consulta: 1 de mayo de 2013.

Cantú, G.J.A., M.E. Sánchez, M. Grosselet y J. Silva. 2007. *Tráfico ilegal de pericos en México, una evaluación detallada.* Defenders of Wild Life/Teyeliz, Washington.

Carver, E. 2006. Birding in the United States: a demographic and economic analysis. Addendum to the 2006 National Survey of Fishing, Hunting, and Wildlife-Associated Recreation. USFWS Report 2006-4.

Castello, Y.T. 1993. *El arte plumaria en México.* Fomento Cultural Banamex, México.

CEC. Commission for Environmental Cooperation. 1999. North American Important Bird Areas: A directory of 150 key conservation sites. En: <*http://www.cec.org/Storage/41/3373_iba-ang_EN.pdf*>, última consulta: 15 de mayo de 2013.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2015. Apéndices I, II y III. Secretaría de la CITES. En: <*http://www.cites.org/esp/app/appendices.php*>, última consulta: 19 de noviembre de 2015.

Challenger, A. y R. Dirzo. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: *Capital natural de México volumen II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. R. Dirzo, R. González y I.J. March (comp.). CONABIO. México, pp 37-74.

Chazdon, R.L., C.A. Harvey, M. Martinez-Ramos, *et al.* 2011. Tropical dry forest biodiversity and conservation value in agricultural landscapes of Mesoamerica. En: *Seasonally dry tropical forests. Ecology and conservation.* R. Dirzo, H.S. Young, H. Mooney y G. Ceballos (eds). Island Press, pp. 195-220.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cowen, R. y J.H. Lipps. 2000. The origin of feathers and the origin of flight in birds. En: *History of Life*. Tercera edición. R. Cowen (ed.). Blackwell Science, Malden, pp. 165-198.

Dehesa, A. 2008. Venta de liquidación. *Reporte Índigo*. Mayo 15 de 2008.

Escalante, P., G.G. Navarro y A.T. Peterson. 1993. A geographic, historical, and ecological analysis of avian diversity in Mexico. En: *The biological diversity of Mexico: origins and distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) Oxford University Press, Nueva York, pp. 281-307.

Feduccia, A. 2001. Evolution of birds and avian flight. En: *Handbook of Bird Biology*. S. Podulka, R. Rhorbaugh Jr. y R. Bonney (ed.). Lab of Ornithology, Ithaca, pp. E1–E34.

Flores-Villela, O y P. Gerez. 1988. *Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo*. INIREB-CI, México.

—. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. CONABIO/UNAM, México.

González-García, F. y H. Gómez-de Silva G. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En: *Conservación de aves. Experiencias en México*. H. Gómez-de Silva y A. Oliveras de Ita (eds). CIPAMEX, México.

Halffter, G. 2003. Biogeografía de la entomofauna de montaña de México y América Central. En: *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. J.J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (eds.). Las Prensas de Ciencias-UNAM, México, pp. 87-97.

Horner, J.R. 2000. Dinosaur reproduction and parenting. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 28:19-45.

Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press, Oxford.

Hutto, R.L. 1980. Winter habitat distribution of migratory land birds in Western Mexico with special reference to small, foliage-gleaning insectivores. En: *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution and conservation*. A. Keast y E.S. Morton (eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 181-204.

—. 1986. Migratory landbirds of Western Mexico: a vanishing habitat. *Western Wildlands* 11:12-16.

IBUNAM. Instituto de Biología de la UNAM. 2013. Tesis resultado de estudios realizados en la Estación de Biología Chamela y su área de influencia. En: <*http://www.ibiologia.unam.mx/ebchamela/www/tesisfin.html*>, última consulta: 18 de mayo de 2013.

INE y CONABIO. Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1996. Guía de aves canoras y de ornato. En: <*http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/280.pdf*>, última consulta: 12 de septiembre de 2013.

Iñigo-Elías, E. y M.A. Ramos. 1991. The psittacine trade in Mexico. En: *Neotropical wildlife use and conservation*. J.G. Robinson y K.H. Redford (eds.). The University of Chicago Press, Chicago, pp. 380-392.

Lafon, A., y S.D. Schemnitz. 1996. Distribution, habitat use, and limiting factors of Gould's turkey in Chihuahua, Mexico. *Proceedings of the National Wild Turkey Symposium* 7:185-191.

Lammertink, M., J.A. Rojas-Tomé, F.M. Casillas-Orona y R. L. Otto. 1996. *Status and conservation of old-growth forests and endemic birds in the pine-oak zone of the Sierra Madre Occidental, Mexico*. Institute for Systematics and Population Biology, University of Amsterdam, Amsterdam.

Lammertink, M., T.W. Gallagher, K.V. Rosenberg, *et al*. 2011. Film documentation of the probably extinct imperial woodpecker (*Campephilus imperialis*). *The Auk* 128(4):671-677.

Li, Q., K.Q. Gao, J. Vinther, *et al*. 2010. Plumage color patterns of an extinct dinosaur. *Science* 327(5971):1369-1372.

LNLJ. Laboratorio Natural Las Joyas. 1988. Programa de fauna. Subprograma estudios ecológicos. Proyecto 7. Talleres sobre ecología y técnicas de investigación de fauna silvestre. Actividad 1.7. Patrones biogeográficos de los mamíferos en tres estados del occidente de México. Actividad 1.8. Patrones biogeográficos de las aves en tres estados del Occidente de México. Plan Operativo 1988. LNLJ -UDG.

Llorente, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital natural de México. Vol I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. J. Soberón, G. Halffter y J. Llorente-Bousquets. CONABIO, México, pp. 238-322.

López-Medellín, X. y E.E. Íñigo-Elías 2009. La captura de aves silvestres en México: una tradición milenaria y las estrategias para regularla. *Biodiversitas* 83:11-15.

MABIO. Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente A. C. 2005. *La creación del sistema estatal de áreas naturales protegidas de Jalisco*. MABIO, México.

Martínez, J. y A. Fernández (comps). 2004. *Cambio climático. Una visión desde México*. INE, México.

Navarro, A. y H. Benítez. 2001. *El dominio del aire*. 2ª ed. FCE/SEP/CONACYT, México.

Navarro, A.G. y A. Gordillo. 2006. Catálogo de autoridades taxonómicas de las aves de México. Facultad de Ciencias, UNAM. Base de datos del sistema nacional de información sobre biodiversidad, Proyecto CS010. CONABIO, México.

Navarro, A.G. y L.A. Sánchez-González. 2003. La diversidad de las aves. En: *Conservación de las aves de México*. Gómez de Silva, H. y A. Oliveras (eds.). CIPAMEX/CONABIO/NFWF, México, pp. 24-85.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Navarro-Sigüenza, A.G, A. Lira-Noriega, M.C. Arizmendi, *et al.* 2011. Áreas de conservación para las aves de México: integrando criterios de priorización. En: *Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso*. P. Koleff y T. Urquiza-Haas (coords). CONABIO/CONANP, México, pp. 109-129.

NMBCA. Neotropical Migratory Bird Conservation Act. 2011. Decision rules for defining a "Neotropical migratory bird" for the Neotropical Migratory Bird Conservation Act. En: <*http://www.fws.gov/birdhabitat/Grants/NMBCA/BirdList.shtm#t2*>, última consulta: 15 de noviembre de 2015.

Palomera-García, C., E. Santana, y R. Amparán-Salido. 1994. Patrones de distribución de la avifauna en tres estados de occidente de México. *Anales del Instituto de Biología UNAM (Serie Zoología)* 65:137-175.

Palomera, C., E. Santana, S. Contreras-Martínez y R. Amparán-Salido. 2007. Jalisco. En: *Avifaunas estatales de México*. R. Ortiz Pulido, A. Navarro-Siguenza, H. Gómez de Silva, *et al.* (eds.). CIPAMEX. Pachuca. En: <*http://www.huitzil.net/aeindice.htm*>, última consulta: 18 de mayo de 2013.

Pérez-Gil, R., F. Jaramillo, A.M. Muñiz y M.G. Torres. 1992. *Importancia económica de los vertebrados silvestres en México*. CONABIO, México.

Quiñones, M. y G. Castro. 1975. Aves canoras y de ornato. *Bosques y Fauna* 12:3-9.

Reyna-Bustos, O. y A. Thompson. 1999. Aves de Jalisco, diagnóstico. Estudio de ordenamiento ecológico territorial de Jalisco. En: <*http://www.acude.udg.mx/acude-v1/divulga/jalisciencia/ordena/diagnsubsistemas/subsistnatural/avesdiag.html*>, última consulta: 15 de noviembre de 2015.

Rich, T.D., C.J. Beardmore, H. Berlanga, *et al.* 2004. Partners in Flight North American Landbird Conservation Plan. En: <*http://www.partnersinflight.org/cont_plan/*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

Rojo, C.A. y J.L. Cruz. 2006. Panorámica de la conservación de aves silvestres sujetas a aprovechamiento en México. 11-13 en 1er Taller sobre conservación y uso sustentable de aves silvestres en UMA. INE, México.

Santana, E. 2005. A context for bird conservation in Mexico: challenges and opportunities. Keynote. En: *Bird Conservation Implementation and Integration in the Americas: Proceedings of the Third International Partners in Flight Conference.* US Department of Agriculture Forest Service, pp. 15-25. En: <*http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr191/Asilomar/pdfs/15-25.pdf*>, última consulta: 15 de mayo de 2013.

Santana, E., L.I. Iñiguez y S. Navarro. 1990. Utilización de la fauna silvestre por las comunidades rurales de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. *Tiempos de Ciencia* 18:36-43.

Santana, E., E.J. Jardel-Peláez, F. Hernández-Vázquez, *et al.* 2004. Investigación y educación en un área natural protegida (Capítulo 1). En: *Flora y Vegetación de la Estación Científica Las Joyas*. R. Cuevas y E.J. Jardel. (eds.). Departamento de Ecología y Recursos Naturales – IMECBIO del Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1997. Calendario cinegético. Temporada 1997-1998. SEMARNAT, México.

—. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Plan de manejo tipo para el manejo, conservación y aprovechamiento sustentable de aves acuáticas y playeras. Subsecretaría de gestión para la protección ambiental. Dirección general de vida silvestre.

—. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

—. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Épocas hábiles para el aprovechamiento cinegético en Jalisco. 2012-2013. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/vidasilvestre/Paginas/epocasvs.aspx#*>, última consulta: 15 de mayo de 2013.

Senar, J.C. 2004. *Mucho más que plumas*. Monografies del Museu de Ciencies Naturals No.2. Institut de Cultura: Museu de Ciencies Naturals, Institut Botanic de Barcelona. Barcelona.

Smith, T.B., R.K. Wayne, D. Girman y M.W. Bruford. 2005a. Evaluating the divergence-with-gene-flow model in natural populations: the importance of ecotones in rainforest speciation. En: *Tropical rain forests: past, present, and future*. E. Bermingham, C.W. Dick, y C. Moritz (eds.). University of Chicago Press, Chicago y Londres, pp. 148-165.

Smith, T.B., S. Saatchi, C. Graham, H. Slabbekoorn y G. Spicer. 2005b. Putting process on the map: why ecotones are important for preserving biodiversity. En: *Phylogeny and conservation*. A. Purvis, J. Gittleman y T. Brooks (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp 166-197.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Stattersfield, A.J., M.J. Crosby, A.J. Long y D.C. Wege. 1998. *Endemic bird areas of the world. endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation*. BirdLife Conservation Series 7. BirdLife International, Cambridge.

Stotz, D.F., J.W. Fitzpatrick, T.A. Parker III y D.K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago.

Vidal, R.M., H. Berlanga y M. Del Coro. 2009. México. Áreas importantes para la conservación de aves en México. En: *Important Bird Areas Americas: priority sites for biodiversity conservation*. C. Devenish, D.F. Díaz, R.P. Clay, *et al.* (eds.). BirdLife International, Ecuador, pp. 269-280.

WRI. World Resources Institute. 2009. Earth trends. En: <*http://earthtrends.wri.org/*>, última consulta: 15 de noviembre de 2015.

Zinng, R.M. 1998. *La mitología de los huicholes*. Secretaría de Cultura de Jalisco, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Aves marinas, costeras e insulares

Salvador Hernández Vázquez y Fabio Germán Cupul Magaña

Diversidad

En Jalisco se han registrado 129 especies de aves distribuidas en 25 familias que se encuentran asociadas a los humedales costeros e islas (Schaldach 1969, Gaviño de la Torre 1978, Arizmendi *et al.* 1990, Cupul-Magaña 2000a, b, Hernández-Vázquez *et al.* 2010, 2012a). Las especies más abundantes son pijije ala blanca (*Dendrocygna autumnalis*), gallareta americana (*Fulica americana*), pato golondrino norteño (*Anas acuta*), pato tepalcate (*Oxyura jamaicensis*), pato chalcuán (*A. americana*) y pato boludo-menor (*Aythya affinis*). Respecto a las aves marinas, hay 28 especies en 12 familias, siendo las más abundantes el bobo café (*Sula leucogaster*), cormorán oliváceo (*Phalacrocorax brasilianus*) y la gaviota reidora (*Leucophaeus atricilla*). Se han registrado 24 especies de aves acuáticas reproductivas en la costa de Jalisco (Sánchez-Hernández y Pérez-Jiménez 1972, Gaviño de la Torre 1975, García y Ceballos 1994, Hernández-Vázquez y Fernández-Aceves 1999, Hernández-Vázquez 2005b, Hernández-Vázquez *et al.* 2012b, 2015). En los últimos años se ha generado información relacionada con las aves acuáticas y marinas de las áreas insulares y humedales de la costa de Jalisco; sin embargo, hay escaso conocimiento de la avifauna terrestre, como paseriformes y otros grupos de aves en este hábitat. Algunos estudios, como el de Palomera-García *et al.* (2007) y el de Arizmendi *et al.* (1990, 2002), no aportan información al respecto, por lo que es necesario caracterizar este grupo de aves. En el cuadro 1 se muestra una síntesis de los trabajos publicados en la costa de Jalisco.

Figura 1. a) Adulto de gaviota ploma (*Larus heermanni*) y b) nido con dos huevos registrado en la isla Pajarera en la bahía de Chamela, Jalisco. Fotos: Salvador Hernández Vázquez.

Hernández-Vázquez, S. y F.G. Cupul-Magaña. 2017. Aves marinas, costeras e insulares. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 326-332.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Investigaciones relacionadas con las aves acuáticas realizadas en el estado.

Tipo de estudio	Lugar de estudio	Referencia
Listados taxonómicos	Colima y Jalisco	Schaldach 1969
	Chamela	Gaviño de la Torre 1978
	Chamela	Arizmendi *et al*. 1990
Descripción de la avifauna en lugares específicos	Bahía Banderas	Cupul-Magaña 2000a, b, 2004
	Estero La Manzanilla	Hernández-Vázquez 2000
	Estero El Chorro y Majahuas	Hernández-Vázquez y Mellink 2001
Análisis de cómo algunos factores abióticos, como el nivel del agua, mareas, condición de la boca-barra (abierta o cerrada) y el fenómeno El Niño, influyen en la composición, distribución y uso del hábitat de las aves acuáticas	Estero La Manzanilla	Hernández-Vázquez 2000
	Estero El Chorro y Majahuas	Hernández-Vázquez y Mellink 2001
	Estero Majahuas	Hernández-Vázquez *et al*. 2002
	Playón de Mismaloya	Alvarado-Ramos y Hernández-Vázquez 2004
	Laguna Barra de Navidad	Hernández-Vázquez *et al*. 2012b
	Laguna Agua Dulce y estero El Ermitaño	Hernández-Vázquez 2005a
Observaciones de la colonia reproductiva del bobo café (*Sula leucogaster nesiotes*)	Islas de Chamela	Sánchez-Hernández y Pérez-Jiménez 1972
		Gaviño de la Torre 1975
		Hernández-Vázquez *et al*. 2010
Evaluación de la biología reproductiva de *Sturnella antillarum*	Cuixmala	García y Ceballos 1995
Biología reproductiva de la garcita verde (*Butorides virescens*) y de la garza cucharón (*Cochlearius cochlearius*)	Estero La Manzanilla	Hernández-Vázquez y Fernández-Aceves 1999
Biología reproductiva de *Nyctanassa violacea*	Costa norte, estero El Salado	Cupul-Magaña 2003
Biología reproductiva de *Egretta thula*, *Bubulcus ibis* y *Cochlearius cochlearius*	Estero Boca Negra	Cupul-Magaña 2004
Abundancia, distribución y reproducción de aves marinas	Costa de Jalisco	Hernández-Vázquez *et al*. 2012a
Nuevos registros de anidación de *Gelochelidon nilotica vanrossemi* en Jalisco	Laguna Agua Dulce y Xola-Paramán	Hernández-Vázquez et al. 2015
El efecto de variables oceanográficas en la reproducción de *Pelecanus occidentalis*	Islas de Chamela	Hernández-Vázquez *et al*. 2011
Análisis espacial de las aves acuáticas y marinas de toda la costa de Jalisco, con el fin de identificar los sitios de más importancia para las aves acuáticas	Costa de Jalisco	Hernández-Vázquez 2005b

Fuente: elaboración propia a partir de las referencias indicadas.

Distribución

La costa de Jalisco tiene 350 km de litoral que se caracteriza por la heterogeneidad ambiental que incluye hábitats terrestres, acuáticos e isleños ideales para las aves marinas, costeras e insulares. Los sitios con el mayor número de especies y parejas reproductivas son las islas Pajarera y Cocinas, ubicadas en la bahía de Chamela. Hernández-Vázquez *et al.* (2010 y 2012a) registran 11 especies anidando en estas islas: siete aves acuáticas (*D. autumnalis, Endocimus albus, Ardea alba, Nyctanassa violacea, Nycticorax nycticorax* o pedrete corona negra, *Egretta thula* y *E. tricolor*) y cuatro marinas (*S. leucogaster, P. occidentalis, Larus heermanni* o gaviota ploma *y S. nebouxii* o bobo patas azules). Las islas Cocinas y Pajarera son las áreas de reproducción más sureñas para *L. heermanni* (figura 1) (Mellink 2001).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las aves marinas con el mayor número de parejas reproductivas registradas en las islas de Chamela son *S. leucogaster* (2 800 parejas), *E. albus* (250 parejas) y *P. occidentalis* (152 parejas) (Hernández-Vázquez *et al.* 2010, 2012a). De esta última especie, Hernández-Vázquez *et al.* (2011) realizaron un estudio con mayor esfuerzo de muestreo y registraron, para la isla Cocinas, 1 200 parejas durante la temporada reproductiva de 2009, evento que no había sido documentado en años anteriores. Es escasa la información sobre aves en áreas insulares para la costa norte, sólo existen los antiguos registros de Grant (1964) para los islotes de Los Arcos, que en 1976 fueron decretados como región de protección de flora y fauna marina dentro de la bahía de Banderas por el gobierno federal a través de la Secretaría de Industria y Comercio. Este mismo autor documentó la anidación de la fragata magnífica (*Fregata magnificens*) y avistó un adulto de gaviota de Sabine (*Xema sabini*). Por otra parte, observaciones personales han permitido anotar la ocurrencia del charrán elegante (*Thalasseus elegans*) y del pelícano pardo (*P. occidentalis*).

Importancia ecológica, económica y cultural

A lo largo de la historia, las aves acuáticas han sido objeto de interés. Las culturas prehispánicas utilizaban una variedad de especies con fines culturales religiosos y, para satisfacer las necesidades de alimentación de la población, constituían símbolos de identidad cultural y algunas especies costeras tenían un valor cinegético, incluso sigue sucediendo hoy en día. Debido a que forman uno de los componentes más carismáticos de la fauna que habita los humedales y en las zonas costeras y marinas, representan un recurso natural que puede generar importantes ingresos económicos para una zona o región; por ejemplo, la observación de aves representa derramas económicas del orden de millones de dólares anuales en los Estados Unidos y Canadá (Kushlan *et al.* 2002).

Además de la importancia que representan para el ser humano, las aves acuáticas pueden ser usadas como indicadores útiles de la calidad del ambiente y de la salud del ecosistema (Kushlan *et al.* 2002, Schreiber 2002). En el mar pueden ser usadas como indicadoras de zonas productivas, así como de los cambios en las condiciones oceanográficas (Schreiber y Burger 2002).

Situación y estado de conservación

De las 129 especies de aves marinas y acuáticas registradas en la costa de Jalisco ninguna es calificada como endémica; sin embargo, varias están consideradas bajo alguna categoría de protección. En la NOM-059-SEMARNAT-2010 están citadas 18 especies: ocho como amenazadas, nueve sujetas a protección especial y una en peligro de extinción (figuras 2 y 3). La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) sólo incluye a siete especies, seis casi amenazadas y una en peligro crítico; las 123 especies restantes son consideradas de menor preocupación. Por su parte, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2015) sólo incluye a dos en el Apéndice III (especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas) (cuadro 2).

Amenazas para su conservación

La conservación de las aves acuáticas requiere abordar una multitud de amenazas y otros aspectos preocupantes. En los humedales que habitan las aves de la costa de Jalisco, los procesos de cambios más importantes son la tala de mangle y rellenos (o terraplenes para crear nuevos espacios destinados a la urbanización), las actividades turísticas y pesqueras, así como la degradación de la calidad del agua debido al incremento en la contaminación por descargas de aguas domésticas (Hernández-Vázquez *et al.* 2010). Un ejemplo indirecto de la degradación de hábitat por el turismo se observa en las islas Cocinas y Pajarera, donde anidan numerosas aves marinas

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Rabijunco pico rojo (*Phaethon aethereus*), especie considerada como amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Foto: Salvador Hernández Vázquez.

y acuáticas, algunas de las cuales se encuentran bajo alguna categoría de protección (*L. heermanni*). Es frecuente observar a turistas caminando entre los sitios de anidación, lo que provoca el abandono de nidos por los adultos, así como el aumento de los índices de vulnerabilidad de huevos y pollos a la depredación, altas temperaturas y otras condiciones climatológicas que influyen negativamente en el éxito reproductivo (Hernández-Vázquez *et al.* 2010).

Las aves acuáticas, costeras y marinas presentan varias características de su ecología e historia natural que las hacen vulnerables a las actividades humanas; por ejemplo, anidar en colonias, requerimientos especializados de sitios para anidar bajo número de huevos por nidada, periodos prolongados para alcanzar la madurez reproductiva, nivel alto en la pirámide trófica (lo que le confiere una vulnerabilidad fisiológica a contaminantes), entre otros. Por su parte, el desarrollo urbano-turístico, el cambio del uso del suelo para actividades agropecuarias, la extracción forestal y la contaminación del agua, son las principales causas de la destrucción y degradación de los hábitats de las aves costeras y marinas. Las tendencias de dete-

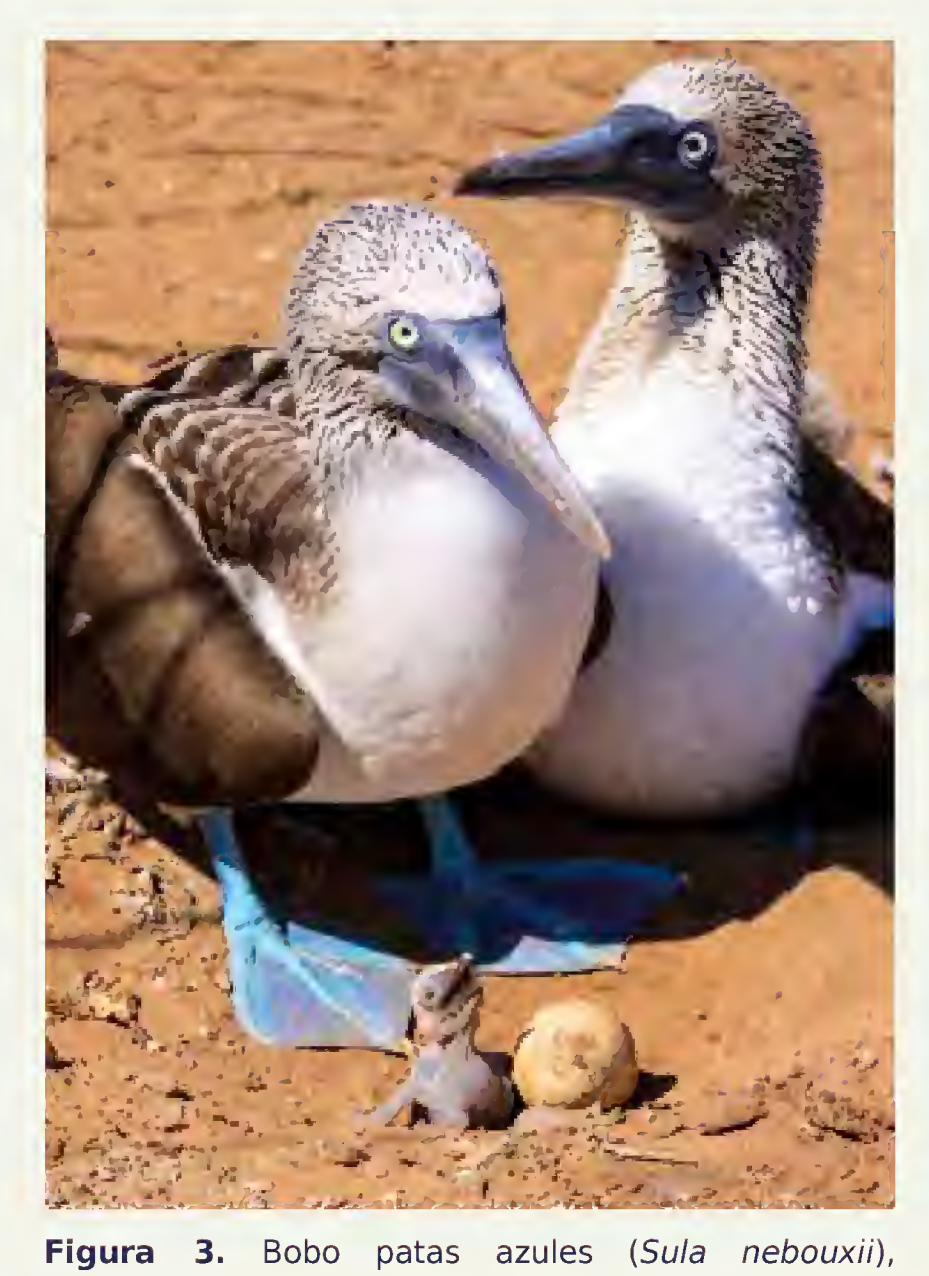


Figura 3. Bobo patas azules (*Sula nebouxii*), especie sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Foto: Salvador Hernández Vázquez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Lista de especies que se encuentran bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, UICN y en los Apéndices de CITES.

Nombre científico	NOM-059 (2010)	UICN (2015)	CITES (2015) Apéndice
Sula sula	A		
Phaethon aethereus	A		
Pelecanus occidentalis californicus	A		
Oceanodroma microsoma	A		
Oceanodroma melania	A		
Nomonyx dominicus	A		
Aramus guarauna	A		
Aramides axillaris	A		
Tigrisoma mexicanum	Pr		
Thalasseus elegans	Pr	Ca	
Tachybaptus dominicus	Pr		
Sula nebouxii	Pr		
Sternula antillarum	Pr		
Mycteria americana	Pr		
Larus heermanni	Pr	Ca	
Ixobrychus exilis	Pr		
Egretta rufescens	Pr	Ca	
Calidris canutus		Ca	
Ardenna grisea		Ca	
Calidris pusilla		Ca	
Puffinus auricularis	P	Pc	
Dendrocygna autumnalis			III
Dendrocygna bicolor			III

A=amenazada, Pr=sujeta a protección especial, P=peligro de extinción, Ca=casi amenazada y Pc=peligro crítico, y III=especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Fuente: CITES 2015, SEMARNAT 2010, UICN 2015.

rioro van en aumento y las medidas tomadas aún son insuficientes. Durante la década de los setenta, con la construcción de las carreteras federal 200 (Manzanillo-Puerto Vallarta) y 80 (San Patricio Melaque-Guadalajara) se generó no sólo un crecimiento demográfico por la colonización de la costa y el establecimiento de centros urbanos, también aumentó el desarrollo turístico, lo que creó presiones sobre los recursos naturales, ya que incrementó la economía de mercado ante lo que había sido una economía principalmente de subsistencia.

Acciones de conservación

En México se han publicado algunos documentos encaminados a proteger y conservar las aves acuáticas; por ejemplo, la Estrategia para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las Aves Acuáticas y su Hábitat en México, y la Estrategia para la Conservación y Manejo de las Aves Playeras y su Hábitat en México.

En relación con la última estrategia, Ducks Unlimited de México A.C. (DUMAC) en colaboración con la Universidad de Guadalajara llevaron a cabo en 2013 un inventario de aves playeras en la laguna Agua Dulce y el estero El Ermitaño (costa central de Jalisco), como parte del proyecto Implementación de la estrategia nacional para la conservación de aves playeras, fase II: regiones Altiplano Norte, Centro y costas del Pacífico sur. En 2015 iniciaron con otro inventario en la laguna Xola-Paramán como parte de la fase III. Con este proyecto se pretende, entre otros objetivos, conocer el estado actual de las poblaciones de aves playeras y generar información que apoye la toma de decisiones para manejarlas y conservarlas, así como sus hábitats.

Además del estudio realizado por DUMAC, no existen programas enfocados a conservar las aves acuáticas en la costa de Jalisco; sin embargo, éstas se han beneficiado de forma indirecta con la protección de su hábitat a través de programas de manejo de áreas bajo algún estatus de protección; por ejemplo, regiones marinas prioritarias, regiones hidrológicas prioritarias, manglares susceptibles de ser restaurados y manejados (Pérez-Salicrup 2005, CONABIO 2009) y sitios Ramsar.

En el Programa de Conservación y Manejo del Santuario Islas de la Bahía de Chamela (Jalisco), dentro del subprograma de protección, componente de protección de especies en riesgo, establece como objetivo particular "Implementar las acciones necesarias para proteger las especies de la flora y fauna insular, particularmente las colonias reproductivas de aves y murciélagos, las especies endémicas, y/o en alguna categoría de riesgo" (Miranda *et al.* 2011).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

De forma similar ocurre con los programas de conservación y manejo de siete sitios Ramsar de la costa de Jalisco (Barra de Navidad, La Manzanilla, Chalacatepec, Xola-Paramán, Majahuas, El Chorro y el sistema estuarino-lagunar Agua Dulce-Ermitaño). Estos programas tienen contemplado varias acciones encaminadas a conservar las aves y sus hábitats.

Recomendaciones

En primera instancia, es necesario promover ante la población un conocimiento sobre el valor de las aves insulares, costeras y marinas de Jalisco y promover su protección estricta, tanto en el ámbito legislativo y regulatorio como en la práctica con vigilancia *in situ* durante periodos críticos. En la práctica, es prioritaria la conservación de sus sitios de reproducción en islas, acantilados, barras de arena, manglares y lagunas costeras (Amat *et al.* 1985, Kushlan *et al.* 2002).

Es necesario monitorear, a largo plazo, sus poblaciones totales, colonias reproductivas y sitios de descanso y alimentación para identificar las tendencias de la población y cómo éstas son afectadas por el incremento de las actividades humanas en la zona costera (desarrollos urbanos, turísticos, etc.) y/o por los cambios oceanográficos y climáticos (Villaseñor y Santana 2003). Esto provee información fundamental para diseñar planes de manejo encaminados a proteger estas especies y su hábitat.

Referencias

Alvarado-Ramos, L.F. y S. Hernández-Vázquez. 2004. Distribución estacional y uso de hábitat de Ciconiiformes en la reserva Playón de Mismaloya, Jalisco, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 38(1):1-19.

Amat, J.A., D. Paniagua, C.M. Herrera, *et al.* 1985. *Criterios de evaluación de zonas húmedas de importancia nacional y regional en función de las aves acuáticas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación/Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Madrid.

Arizmendi, M.C., H. Berlanga, L. Márquez-Valdelamar y F. Ornelas. 2002. Avifauna de la región de Chamela, Jalisco. En: *Historia natural de Chamela*. F.A. Noguera, J.H. Vega-Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avendaño (eds.). Instituto de Biología-UNAM, México, pp. 297-329.

—. 1990. *Avifauna de la región de Chamela, Jalisco*. Cuadernos del Instituto de Biología 4, UNAM. México.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2015. Apéndices I, II y III. Secretaría de la CITES. En: <*http://www.cites.org/esp/app/appendices.php*>, última consulta: 19 de noviembre de 2015.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2009. *Manglares de México: extensión y distribución*. CONABIO, México.

Cupul-Magaña, F.G. 2000a. Aves acuáticas del estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco. *Huitzil* 1:3-8.

—. 2000b. Notas sobre la avifauna acuática de las islas y los humedales costeros de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. *Mexicoa* 2(1):85-87.

—. 2003. Reproducción avanzada de *Nyctanassa violacea* (Ardeidae) en el estero El Salado, Jalisco, México (junio-julio 2001). *Ciencia y Mar* 7(21):43-49.

—. 2004. Observaciones sobre la anidación de tres especies de ardéidos en el estero Boca Negra, Jalisco, México. *Huitzil* 1: 7-11.

García, A. y G. Ceballos. 1994. Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuitzmala, A. C./Instituto de Biología-UNAM. México.

—. 1995. Reproduction and breeding seccess of California Laest Terns in Jalisco, México. *Condor* 97:1084-1087.

Gaviño de La Torre, G. 1975. Algunas observaciones sobre la biología de *Sula leucogaster nesiotes* (Aves: Sulidae), en la bahía de Chamela, Jalisco, México. Universidad Autónoma de Morelos, México.

—. 1978. Notas sobre algunas aves de la región de Chamela, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología* UNAM *(Serie Zoología)* 1:195-302.

Grant, P.R. 1964. Nuevos datos sobre las aves de Jalisco y Nayarit, México. *Anales del Instituto de Biología* UNAM *(Serie Zoología)* 35:123-125.

Hernández-Vázquez, S. 2000. Avifauna acuática del estero La Manzanilla, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 80:143-153.

—. 2005a. Aves acuáticas de la laguna de Agua Dulce y esteros El Ermitaño, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical* 53: 229-238.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

—. 2005b. *Aves acuáticas de la costa de Jalisco: análisis de la comunidad, reproducción e identificación de las áreas prioritarias para la conservación de las aves.* Tesis de doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN, México.

Hernández-Vázquez, S. y E. Mellink. 2001. Coastal waterbirds of El Chorro and Majahuas, Jalisco, Mexico, during the non-breeding season, 1995-1996. *Revista de Biología Tropical* 49: 357-365.

Hernández-Vázquez, S. y G. Fernández-Aceves. 1999. Reproducción de *Cochlearius cochlearius* (garza cucharón) y *Butorides virescens* (garza verde) en La Manzanilla, Jalisco, México. *Ciencias Marinas* 25:277-291.

Hernández-Vázquez, S., H. de la Cueva y J.A. Rojo-Vázquez. 2002. Análisis comparativo de la avifauna del estero Majahuas (Jalisco, México) entre un evento El Niño y un año no Niño. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 1:94-112.

Hernández-Vázquez, S., J.M. Bojorques-Castro, H. Almanza-Rodríguez, *et al.* 2015. New records of Van Rossem's Gull-billed Tern (*Gelochelidon nilotica vanrossemi*) nests in the Coast of Jalisco, Mexico. *Huitzil* 1:16-20

Hernández-Vázquez, S., R. Rodríguez-Estrella., C. Valadez-González y J.A. Rojo-Vázquez. 2012a. Abundancia, distribución y reproducción de aves marinas costeras de Jalisco, México. *Revista Latinoamericana de Conservación* 2(2)3(1):1-18.

Hernández-Vázquez, S., S. Serrano-Guzmán., A. Hernández-Xóchitl y M.I. Robles. 2012b. Variación temporal y espacial de aves playeras en la laguna Barra de Navidad, Jalisco, en tres temporadas no reproductivas. *Revista Biología Tropical* 60(3):1217-1326.

Hernández-Vázquez, S., E. Iñigo-Elias, J.Á. Hinojosa-Larios, *et al.* 2011. Abundancia y reproducción del pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis*) en dos pequeñas bahías del Pacífico central, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 27(2):257-271.

Hernández-Vázquez, S., R. Rodríguez-Estrella, J.H. Vega-Rivera, *et al.* 2010. Estructura, dinámica y reproducción de las asociaciones de aves acuáticas de la costa de Jalisco, México. En: *Ecosistemas marinos de la costa Sur de Jalisco y Colima*. E. Godínez-Domínguez, C. Franco-Gordo, J.A. Rojo-Vázquez. *et al.* (eds.). Universidad de Guadalajara, Jalisco, pp. 151-188.

Kushlan, J. A., M.J. Steinkamp, K.C. Person, *et al.* 2002. *Waterbirds conservation for the Americas: The North American Waterbirds Conservation Plan*, Version 1. Waterbirds Conservation for the Americas, Washington.

Mellink, E. 2001. History and status of colonies of Heermann´s Gull in Mexico. *Waterbirds* 24:188-194.

Miranda, A., G. Ambriz, D. Valencia, *et al.* 2011. *Programa de manejo del santuario de las Islas de la bahía de Chamela: islas La Pajarera, Cocinas, Mamut, Colorada, San Pedro, San Agustín, San Andrés y Negrita, e islotes Los Anegados, Novillas, Mosca y Submarino, Jalisco, México.* Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.

Palomera-García, C., E. Santana, S. Contreras-Martínez y R. Amparán. 2007. Jalisco. En: *Avifaunas estatales de México*. R. Ortiz-Pulido, A. Navarro-Sigüenza, A. Gómez de Silva, *et al.* (eds.). CIPAMEX, Pachuca, pp.1-48.

Pérez-Salicrup, D.R. 2005. La restauración en relación con el uso extractivo de recursos bióticos. En: *Temas sobre restauración ecológica*. O.Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, *et al.* (eds.). INE/SEMARNAT/U.S. Fish & Wildlife Service/Unidos para la conservación A.C., México, pp. 79-86.

Sánchez-Hernández, H.C. y L.A. Pérez-Jiménez. 1972. Notas sobre la biología de la "Bubia de vientre blanco" (*Sula leucogaster nesiotes*; familia: Sulidae) en la bahía de Chamela, Jalisco, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 33:113-122.

Schaldach, W.J. Jr. 1969. Further notes in the avifauna of Colima and adjacent Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología Serie Zoología* 2: 299-316.

Schreiber, E.A. Climate and weather effects on seabirds. 2002. En: *Biology of marine birds*. E. A. Schreiber y J. Burger (eds.). CRC PRESS, Florida, pp. 179-207.

Schreiber, E.A. y J. Burger (eds). 2002. *Biology of marine birds.* CRC Press, Florida.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.4. En <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 17 de noviembre de 2015.

Villaseñor, F. y E. Santana. 2003. El monitoreo de poblaciones: herramienta necesaria para la conservación de aves en México. En: *Conservación de aves: experiencias en México*. H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (eds.). CIPAMEX, México, pp. 224-250.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Monitoreo de aves acuáticas en el sitio Ramsar laguna de Sayula

María Marcela Güitrón López, Oscar Báez Montes y Yadira Fabiola Estrada Sillas

Introducción

El monitoreo es una herramienta esencial para conservar, manejar y aprovechar la vida silvestre y sus hábitats de manera sustentable (Bautista *et al.* 2004), ya que proporciona información sobre el tamaño, condición y tendencias temporales de las poblaciones, así como de su demografía, distribución geográfica, patrones migratorios, requerimientos de hábitat, entre otras.

En el manejo de las poblaciones animales es importante conocer no sólo el estado de la población, sino también sus tasas y estilos de cambio, mismos que pueden ser consecuencia de procesos de regulación interna o de efectos de la variabilidad ambiental (Murdoch 1994, Sinclair y Peach 1996).

Características biofísicas de la laguna de Sayula

La laguna de Sayula se localiza al sur del estado en una posición relevante dentro de la Faja Volcánica Transmexicana, está rodeada por la sierra de Tapalpa y la sierra del Tigre, considerada una cadena de montañas jóvenes geológicamente (Plioceno) (Liot y Schöndube 2005). Es una llanura de suelos salinos, derivados de sus interacciones dentro de esta cuenca endorreica; es decir, una cuenca cerrada en la cual los escurrimientos de las sierras aledañas drenan hacia el mismo punto y no tienen salida. Un tercio de su superficie (36%) se encuentra desprovista de vegetación debido a que pocas especies (como las plantas halófitas) soportan los niveles de salinidad que en ella se presentan (Macías 2004). El periodo de inundación dura alrededor de ocho meses (de junio a enero), durante los cuales la zona se ve favorecida con el arribo de diferentes especies de aves migratorias que proceden de la región norte del continente, lo que la constituye como un refugio natural y forma un sitio de paso durante la migración. Otras de sus características se presentan en el cuadro 1.

Se han descrito cuatro tipos de vegetación en la laguna (Macías 2004) que, en orden de extensión, corresponden a vegetación halófila, bosque espinoso, vegetación acuática (figura 1) y bosque tropical caducifolio. En el vaso lacustre

Cuadro 1. Características de la laguna de Sayula.

Variable	Descripción
Superficie	138 674 ha (cuenca)
	16 800 ha (vaso lacustre)
Municipios	Amacueca
	Atoyac
	Sayula
	Techaluta de Montenegro
	Teocuitatlán de Corona
	Zacoalco de Torres
Tipos de vegetación	Bosque tropical caducifolio
	Bosque espinoso
	Vegetación halófila
	Vegetación acuática
Altitud	1 350 msnm
Suelos	Phaeozem
	Solonchak
	Vertisol

Fuente: Ramsar 2003 y Macías 2004.

Güitrón-López, M.M., O. Báez-Montes y Y.F. Estrada-Sillas. 2017. Monitoreo de aves acuáticas en el sitio Ramsar laguna de Sayula. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 334-337.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

se registró una especie de planta de distribución restringida, es decir, que sólo se ha registrado en este lugar, *Cleomella jaliscensis* (Villegas-Flores y Delgadillo 2000).

En el año 2004 se designó sitio Ramsar por su importancia como hábitat de aves acuáticas migratorias, cuyo principal objetivo es su conservación y uso racional (Ramsar 2003); asimismo, es considerada uno de los sitios prioritarios en México para conservar aves acuáticas migratorias (Carrera y De la Fuente 2003), y ha sido identificada como uno de los humedales de principal importancia para conservar y manejar las aves playeras (SEMARNAT 2008).

En cuanto a su riqueza biológica se han registrado cuatro especies de peces, cinco de anfibios, 14 de reptiles y 40 de mamíferos. Algunos mamíferos registrados son coyote (*Canis latrans*), mapache (*Procyon lotor*), coatí (*Nasua narica*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y cacomixtle (*Bassariscus astutus*) (Montes 1995); también se ha registrado ocelote (*Leopardus pardalis*) en pitayeras cerca de la laguna (Báez y Estrada 2014). Se tienen registradas 15 especies de murciélagos, de los cuales 10 son migratorios. Entre los reptiles están tortuga casquito (*Kinosternon integrum*), lagartija de collar (*Sceloporus grammicus*), falso coralillo (*Lampropeltis triangulum*), víbora de cascabel (*Crotalus basiliscus basiliscus*), entre otras (Montes 1995). En el 2005, durante el monitoreo de aves acuáticas (Güitrón 2009), se registró una población de 30 individuos de *C. jaliscensis,* en áreas dedicadas al pastoreo. Para el año 2007 nuevamente se llevó a cabo la búsqueda de la población; sin embargo, debido a modificaciones del hábitat por cambio de uso de suelo, la población completa fue removida por apertura de un camino y evidencia de pastoreo.

Principales amenazas

Los sitios con más riqueza, que se ubican en los municipios Atoyac y Sayula, tienen agua durante todo el año, pero también comparten amenazas, ya que gran proporción del líquido que reciben son aguas residuales que las aves consumen y que

Figura 1. Vegetación y aves acuáticas de la laguna de Sayula. Foto: Marcela Güitrón López.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

podrían afectar su salud. Otra amenaza para la permanencia del humedal es el sobrepastoreo que está ocasionando la compactación y detrimento de suelos, particularmente en la zona sur, por lo cual el trabajo con propietarios es fundamental para compatibilizar las actividades pecuarias con la conservación de la vida silvestre.

Resultados de los monitoreos de aves acuáticas

Desde el año 1993 se han realizado registros sobre las aves acuáticas por parte del laboratorio Laguna de Sayula de la Universidad de Guadalajara. A partir del 2004 dio inicio el monitoreo mensual en 30 parcelas de una hectárea hasta el año 2011, para registrar y actualizar el inventario, conocer la estructura de sus comunidades incluyendo cambios en su composición e identificar sitios prioritarios para conservar las aves acuáticas.

Se registraron 73 especies de aves acuáticas dentro del vaso lacustre (Güitrón-López *et al.* en preparación), de las cuales ocho están bajo alguna categoría de riesgo: cinco catalogadas como amenazadas (*Anas platyrhynchos diazi*, *Botaurus lentiginosus, Charadrius nivosus, Rallus elegans* y *R. limicola*) y tres en protección especial (*Ixobrychus exilis*, *Tachybaptus dominicus* y *Mycteria americana*) (Güitrón-López *et al.* en preparación, SEMARNAT 2010).

Al comparar la riqueza de especies con otros trabajos realizados en la zona, se observó casi 20% más de especies que las reportadas por Delgadillo (62 especies, 1995), de las cuales 55 coinciden y siete no se registraron. Así mismo en la ficha Ramsar se enlistan 58 especies de las cuales no se registran dos en este trabajo (Ramsar 2003). En comparación con Howell y Webb (2001) siete especies de las 73 determinadas en el monitoreo no aparecen en sus registros para la zona, además existen algunas diferencias en cuanto a su estacionalidad. El orden Charadriiformes, en el que se encuentran las aves playeras, contiene mayor riqueza (28 especies), y Anseriformes (patos y gansos) 18 especies.

Los sitios con mayor riqueza concuerdan con los lugares donde el espejo de agua permanece durante más tiempo en el año, y se ubican en el centro y sur de la laguna. Las especies con más abundancia fueron el pato cucharón norteño (*Anas clypeata*) y el ganso blanco (*Chen caerulescens*).

Por su variabilidad ambiental y de hábitats que se forman, la laguna representa un sitio favorable por sus recursos alimenticios a diversos grupos funcionales: sondeadoras someras, flotadoras buceadoras, zancudas, sondeadoras profundas, buscadoras aéreas y especies forrajeras (Güitrón-López *et al.* en preparación). Asimismo la comunidad de aves acuáticas está representada por una elevada riqueza de especies si se compara con otros humedales de Jalisco (Güitrón-López *et al.* en preparación).

Conclusión y recomendaciones

La laguna de Sayula y su cuenca representa un sitio no sólo para las aves acuáticas, sino para otros grupos biológicos, además de su riqueza cultural. A pesar de identificar a la laguna de Sayula como un humedal de relevancia nacional e internacional, son escasas las acciones de manejo que se llevan a cabo, por lo que algunas recomendaciones para conservar el sitio son las siguientes:

- Contar con personal dedicado de tiempo completo a la gestión intermunicipal, además de la búsqueda de apoyos e implementación de programas para su conservación.
- Articular acciones de conservación y manejo regional entre humedales que se encuentran estrechamente relacionados en cuanto a su ubicación y características, como los siguientes sitios Ramsar: laguna de Sayula, laguna de Zapotlán, laguna de Atotonilco, lago de Chapala, así como las lagunas de San Marcos y de Cajititlán, los cuales comparten un origen común, riqueza biológica y problemáticas similares. Este monitoreo representa sólo uno de los aspectos de investigación necesarios para la adecuada toma de decisiones en el manejo de los humedales de la región.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

- Establecer plantas de tratamiento en las principales localidades, para sanear las aguas residuales, previo a su disposición final en la laguna.
- Realizar estudios, a largo plazo, para conocer cambios en la estructura de la comunidad, así como para identificar y explicar tendencias de manifestación tardía en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, ya que el manejo de los recursos naturales depende de escalas espaciales y temporales amplias (Red Mex-LTER 2012) que permitan interpretar con más confiabilidad la información generada sobre la dinámica de las comunidades de aves acuáticas.
- Al monitorear los cambios en la composición avifaunística en la laguna de Sayula se ha puesto de manifiesto la variación que existe de una temporada a otra, sobre todo en este tipo de humedales endorreicos en donde la heterogeneidad ambiental es alta y son constantes las fluctuaciones del nivel de agua; por lo tanto, podría ser riesgoso generar conclusiones basadas únicamente en datos que provienen de estudios cortos, sobre todo para decidir su manejo. Por ello, este monitoreo representa tan sólo uno de los aspectos de investigación necesaria para la adecuada toma de decisiones en el manejo de los humedales de la región. La principal recomendación es establecer programas de monitoreo a largo plazo en el que las aves acuáticas sean parte de los objetivos de investigación y conservación.

Referencias

Bautista, Z.F., H.G. Delfín, J.L. Palacio y M.C. Delgado. 2004. *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales.* UNAM/UADY/CONACYT/INE, México.

Báez-Montes, O. y Y. F. Estrada-Sillas. 2014. Ampliación de la distribución del ocelote (*Leopardus pardalis*, Felidae) a la subcuenca de San Marcos, Jalisco, México. *e-CUCBA* (2):47-53.

Carrera, E. y G. De la Fuente. 2003. *Inventario y clasificación de humedales en México, Parte I.* Ducks Unlimited de México A.C., México.

Delgadillo, V.A. 1995. *Identificación y censo de la avifauna migratoria y residente de la Laguna de Sayula, Jalisco.* Tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara. Guadalajara.

Güitrón, M. 2009. Especie endémica en Sayula. Gaceta Universitaria. En: <*http://gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/578/578.pdf*>, última consulta: 15 de noviembre de 2015.

Howell, S.N.G. y S. Webb. 2001. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America.* Oxford University Press, Nueva York.

Liot, C. y O. Schöndube. 2005. Medio ambiente y recursos de la cuenca. En: *Arqueología de la cuenca de Sayula*. F. Valdez, O. Schöndube y J. P. Emphoux. Universidad de Guadalajara/ Institut de Recherche pour le Développement, México, pp. 49-68.

Macías, M. 2004. *Vegetación y flora de la laguna de Sayula. Guía ilustrada.* CONABIO/Universidad de Guadalajara, México.

Montes, O.F. 1995. *Instauración y programa de manejo de la laguna de Sayula Jalisco, como refugio natural para la vida silvestre.* Tesis de licenciatura. CUCBA-Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Murdoch, W.W. 1994. Population regulation in theory and practice. *Ecology* 75:271-287.

Ramsar. 2003. Ficha informativa de los humedales Ramsar. En: <*http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Jalisco/Laguna_de_Sayula/Laguna%20de%20Sayula.pdf*>, última consulta: 18 de noviembre del 2013.

Red Mex-LTER. Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo. 2012. Página principal. En: <*http://www.mexlter.org.mx*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sinclair, A.R.E. y R.P. Peach. 1996. Density, dependence, stochasticity, compensation and predator regulation. *Oikos* 75:164-173.

Villegas-Flores, E. y R.R. Delgadillo. 2000. Una nueva especie de *Cleomella* (Capparidaceae) del estado de Jalisco. *Boletín del Instituto de Botánica (Universidad de Guadalajara)* 6: 179-186.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Iniciativas locales para la observación de aves

Alfonso Langle Flores, Eduardo Santana Castellón y Erika Eloísa Martínez Martínez

Introducción

Históricamente, el amor a las aves se ha manifestado en la actividad recreativa de tener aves canoras y de ornato en cautiverio; sin embargo, los problemas de conservación causados por el comercio de mascotas han ocasionado que tener aves cautivas evolucione en ver aves silvestres.

El pasatiempo de observación de aves es una actividad con importantes repercusiones económicas, educativas y sociales, y lo realizan ciudadanos que disfrutan y tienen el tiempo para hacerlo, y que además poseen un mínimo de recursos para adquirir binoculares y guías de identificación de aves. La motivación por observar aves proviene no sólo del placer de ver y escucharlas; muchas veces está asociado a la experiencia de visitar lugares silvestres o parques urbanos, así como hacer ejercicio caminando. Para algunas personas, esta actividad es similar a coleccionar timbres o monedas; en este sentido, se coleccionan observaciones de diferentes tipos de aves. La observación de aves en las ciudades genera un valioso capital social de diversas maneras: activa la capacidad de asombro en niños y adultos, despierta la curiosidad infantil, genera un sentido de compañerismo entre los participantes y promueve la convivencia social entre niños, jóvenes, adultos y adultos mayores.

En etapas más avanzadas, el observador también tiene placer por ver comportamientos, identificar cantos, ofrecerles agua, alimentos y sembrar plantas de jardín que atraigan aves a su casa. En algunos casos, optan por capturarlas, anillarlas y ponerlas en libertad nuevamente.

Sitios para observar aves

La observación de aves con fines recreativos se lleva a cabo, principalmente, en Puerto Vallarta, el lago de Chapala, el Nevado de Colima, la laguna de Sayula y la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Esta actividad con fines de educación ambiental y monitoreo se realiza en Tapalpa, la zona metropolitana de Guadalajara y el bosque La Primavera. Por último, los aficionados a las aves también realizan esta actividad con fines de conservación biológica en el municipio Cabo Corrientes.

Materiales para la identificación de aves

Para identificar a las aves de Jalisco se utilizan guías que indican los rasgos que diferencian a las especies, como sus patrones de colores, su tamaño y morfología, su comportamiento, su canto y su distribución geográfica. Las principales guías para identificar aves son las que cubren todas las especies del país, como las de Petersen y Chalif (1989), Howell y Webb (1995), y Van Perlo (2006), mismas que se complementan para identificar las aves que realizan migraciones de larga distancia con guías para las aves de Estados Unidos y Canadá, como las de Sibley (2000) y Peterson y Peterson (2008). Algunas se especializan en ciertos grupos taxonómicos, como los chipes (Dunn *et al.* 1997), los colibríes (Howell 2002) o las rapaces (Liguori 2005), entre otros. Las guías también son valiosas para identificar a las aves en algunas localidades. Si bien éstas no cubren la totalidad de especies en

Langle-Flores, A., E. Santana C. y E.E. Martínez-Martínez. 2017. Iniciativas locales para la observación de aves. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II*. CONABIO. México, pp. 338-341.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

el estado o del lugar de interés, son excelentes para los principiantes, ya que les permite identificar fácilmente a las aves más comunes y conspicuas; por lo tanto, son fuente de motivación.

Recientemente se han publicado guías de aves locales muy atractivas para niños y adultos, como la guía de aves de la colonia Seattle, Zapopan (Martínez-Martínez y Harker 2007), la guía "Sal a Pajarear" de la zona costera de la Manzanilla y El Tamarindo (Hernández-Vázquez y Esparza 2008), guía de aves del bosque La Primavera (Reyna-Bustos 2010) y la guía de Aves del bosque Los Colomos (MacGregor-Fors 2010). Otras se presentan en tarjetas, folletos o inclusive como página web, y están asociadas a lugares turísticos como la guía de aves de Puerto Vallarta (Boddy 1999) y la guía Viva Natura (Myska 2007, Viva Natura s/f). Una modalidad para impulsar el interés por las aves ha sido elaborar agendas o calendarios ilustrados con fotografías, dibujos o pinturas de las aves.

Los folletos que incluyen listas de aves locales son herramientas valiosas para observar este grupo. Todas las áreas naturales protegidas del estado tienen listas de las aves que se han generado para las justificaciones técnicas de su creación o para planear su manejo. Estas listas se pueden editar para su uso por visitantes, científicos y conservacionistas. Algunos ejemplos de listas de aves publicadas como folletos son los de la Estación Científica Las Joyas (García-Ruvalcaba *et al.* 1994) y de Puerto Vallarta (Boddy 1999). Las guías auditivas, que incluyen grabaciones de los cantos de las aves, representan una nueva herramienta para identificar y disfrutar las aves, y están adquiriendo cada vez más importancia, ya que la mayoría de las aves se detectan o identifican sólo por su canto, debido a que muchas veces es imposible observarlas a causa del follaje. Dichas guías consisten en grabaciones de los cantos de las aves y se distribuyen en páginas web, en la Biblioteca de Sonidos de Aves de México (BSAM s/f) desarrollada por Fernando González, así como en discos compactos. Jalisco ha sido pionero en este tipo de recursos con el disco y libro elaborado por Gallo y Langle (2004) con apoyo de la Comisión Federal de Electricidad, y poco después el libro elaborado por Gallo (2005). En otros países se han creado guías sobre los huevos y nidos de las aves, pero en Jalisco aún no se ha desarrollado suficiente conocimiento sobre las aves para generar guías con esos niveles de especificidad.

Observadores de aves y ornitólogos profesionales de Jalisco participan activamente en la organización nacional Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX), que distribuye gratuitamente en línea la revista *Huitzil* (s/f) y mantiene una plataforma electrónica de discusión ornitológica de México, en la que se intercambian fotos, información, mensajes y se ayudan a identificar aves. Los observadores de aves también se agrupan en la Sociedad Mexicana de Ornitología (SMO). En Jalisco, el uso de las redes sociales ha facilitado la comunicación y organización entre diversos grupos de aficionados. Facebook alberga tres comunidades activas de observadores de aves: La Red Observadora de Aves de Guadalajara (ROA s/f), Conteo Invernal del Bosque de la Primavera (CIBLP s/f) y Conteo de Aves de la Zona Metropolitana de Guadalajara (CAZMG s/f). Estos grupos cuentan con clubes de observación de aves que hacen actividades periódicas y festivales anuales. Con el transcurso del tiempo, algunos de los participantes en estos primeros conteos desarrollaron sus iniciativas y, haciendo uso de las redes sociales, han magnificado su impacto.

Importancia de la observación de aves

La observación de aves realizada por ornitólogos aficionados también puede generar información valiosa para la ciencia y la conservación. A la sistematización de las observaciones de aves realizadas por aficionados se le ha llamado *ciencia ciudadana*. Respecto a esto, se pueden resaltar dos experiencias. La CONABIO (CONABIO s/f) en conjunto con el programa E-bird del Laboratorio de Ornitología de Cornell (E-bird 2009) han generado el programa AverAves, en el cual los observadores pueden capturar electrónicamente

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

sus informaciones, compararlas y analizarlas con la de otros observadores en todo México. De esta manera, la información también está disponible para su uso por agencias de manejo y conservación de recursos naturales y por científicos. Jalisco, Colima y Nayarit se han distinguido por ser los estados con más capturas electrónicas de registros en AverAves. La segunda experiencia es el Conteo Navideño de Aves que fue iniciado en 1900 en Estados Unidos. En México los primeros conteos se hicieron en 1994 en San Miguel de Allende por residentes estadounidenses. En Jalisco dieron inicio en 2004 (Langle y Martínez 2007). La actividad consiste en registrar a todas las aves observadas durante un día de invierno en un área definida y los datos se integran en una base de datos hemisférica que administra la Sociedad Audubon (National Audubon Society s/f). En el invierno 2012-2013 los conteos navideños se llevaron a cabo en cuatro localidades de Jalisco: la zona metropolitana de Guadalajara, el bosque La Primavera, Chapala y Ciénaga de Chapala.

En cada región el conteo navideño sirve para un propósito en particular. El conteo navideño del Área Natural Protegida La Primavera promueve el monitoreo de poblaciones de aves y la educación ambiental entre los usuarios del bosque. El conteo de Chapala reúne el mayor número de aficionados a las aves y está asociado a las actividades recreativas del grupo de observadores Los Audubonistas, quienes cada semana "pajarean" en la zona (Aves Ajijic s/f).

En la última década el conteo navideño de Guadalajara contribuyó a cultivar una cultura de las aves, con lo que se aportaron conocimientos sobre la avifauna de la barranca del río Santiago y los parques urbanos de la ciudad y simultáneamente, ofrecieron oportunidades de reunión a ornitólogos y aficionados interesados en las aves.

En otros sitios de Jalisco también existen iniciativas de aficionados. Por ejemplo, en Tapalpa, la ONG Amigos Alados (s/f) promueve el intercambio de información sobre aves migratorias entre alumnos de primarias en México y en Estados Unidos. En Cabo Corrientes, el grupo Macaws Forever y la asociación civil Eco Occidente promueven la creación de censos periódicos (Macaws Forever s/f). La organización Macaws Forever ha conjuntado las voluntades de nueve proveedores de servicios ecoturísticos y una área natural protegida en la organización del Festival Internacional de las Aves de Puerto Vallarta (Vallarta Bird Festival s/f).

Conclusión y recomendaciones

En Jalisco existe una amplia gama de actores con distintas agendas involucrados en la actividad de avistamiento de aves. En el estado se tienen cuatro retos particulares en la observación de aves hacia el futuro:

- En las zonas rurales, los beneficios económicos y sociales generados por esta actividad deben impactar positivamente a los dueños y habitantes de los bosques, para generar en ellos un sentido de orgullo y protección hacia su riqueza avifaunística.
- En las áreas naturales protegidas de Jalisco se debe promover la observación de aves considerando la vinculación con el mercado internacional, la capacidad de carga de los sitios de visita, el desarrollo de códigos de ética, el cumplimiento de criterios de sostenibilidad turística y la participación activa de los dueños y poseedores de la tierra.
- En las zonas urbanas y suburbanas los gobiernos locales y organizaciones no gubernamentales deben institucionalizar las acciones encaminadas hacia la observación de aves en sus planes operativos de trabajo, así como vincular a sectores más amplios de la ciudadanía que permitan crear un sentido de pertenencia social de las áreas verdes urbanas y suburbanas.
- En cuanto a las necesidades de información, un atlas de las aves de Jalisco disponible en internet sería una valiosa herramienta que facilitaría la observación de aves en el estado.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Amigos Alados. s/f. Página de inicio. En: < *http://www.amigosalados.org/inicio.php* >, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

Aves Ajijic. s/f. Los Audubonistas de la laguna de Chapala. En: <*http://avesaxixic.blogspot.mx/*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

Boddy, D.W. 1999. *The birds from paradise. The guide and checklist of the birds of Puerto Vallarta*. México.

BSAM. Biblioteca de sonidos de las aves de México. s/f. En: <*http://www1.inecol.edu.mx/sonidos/menu.htm*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. s/f. Aver Aves. En: <*www.conabio.gob.mx/averaves/*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

CAZMG. Conteo de aves de la zona metropolitana de Guadalajara. s/f. En: <*https://www.facebook.com/ConteoDeAvesDeLaZmg?fref=ts.*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

CIABLP. Conteo invernal de aves bosque La Primavera. s/f. En: <*https://www.facebook.com/ConteoInvernaldeAvesBosqueLaPrimavera?fref=ts.*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

Dunn, J., K. Garret y C. House. 1997. *A field guide to warblers of North America*. Houghton Mifflin, Estados Unidos.

E bird. 2009. Cornell Lab of Ornithology y National Audubon Society. En: <*http://ebird.org/content/ebird/*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

Gallo, S.F. 2005. *Plumas y cantos. El Occidente de México.* Petra Ediciones, México.

Gallo, S.F. y A. Langle. 2004. *Volando en el Occidente de México.* Comisión Federal de Electricidad, México.

García-Ruvalcaba, S., S. Contreras-Martínez y E. Santana. 1994. Las aves de la Estación Científica Las Joyas. Folleto. IMECBIO-Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Hernández-Vázquez, S. y R. Esparza. 2008. Sal a pajarear (guía de campo): aves de la península del Tamarindo y áreas aledañas. Fundación de la Costa de Jalisco A.C. y La Vaca Independiente A.C., México.

Howell, S.N.G. 2002. *Hummigbirds of North America. The photographic guide.* Princeton University Press, Nueva Jersey.

Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, Nueva York.

Huitzil. s/f. Revista Ornitológica Mexicana. En: <*http://www.huitzil.net/*>, última consulta: 14 de noviembre de 2015.

Langle, A. y E. Martínez. 2007. En invierno todos a contar las aves. *Especies* (Nov-Dic):26-27.

Liguori, J. 2005. *Hawks from every angle: how to identify raptors in flight.* Princeton University Press, Estados Unidos.

Macaws forever. s/f. Home page. En: <*http://www.macawforever.org/*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

MacGregor-Fors, I. 2010. *Guía de aves del bosque Los Colomos.* CONABIO/Patronato del bosque Los Colomos/CIECO-UNAM, México.

Martínez-Martínez, E.E. y M. Harker. 2007. *Aves de la colonia Seattle, Zapopan, Jalisco, México*. TAGIT, México.

Myska, P. 2007. Viva Natura: Field guide to the amphibians, reptiles, birds and mammals of Western Mexico. Viva Natura, México.

National Audubon Society. s/f. Christmas bird count. Annual summaries of the Christmas bird count, 1901-present. En: <*https://www.audubon.org/content/american-birds-annual-summary-christmas-bird-count*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

Peterson, R.T. y E.L. Chalif. 1989. *Aves de México. Guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador*. Editorial Diana, México.

Peterson, R.T. y L.A. Peterson. 2008. *Peterson field guide to birds of North America*. Houghton Mifflin, Estados Unidos.

ROA. Red Observadora de Aves. s/f. Home page. En: <*https://www.facebook.com/redobservadoradeaves?fref=ts*>,última consulta: 18 de noviembre de 2015.

Reyna-Bustos, O.F. 2010. *Aves del bosque La Primavera, guía ilustrada*. Editorial Pandora, Guadalajara.

Sibley, D.A. 2000. *The Sibley guide to the birds*. National Geographic Society/A. Knopf, Nueva York.

Van Perlo, B. 2006. *Birds of Mexico and Central America*. Collins Field Guides. Harper Collins/Princeton University Press, Estados Unidos.

Vallarta Bird Festival. s/f. Página principal. En: <*http://www.vallartabirdfestival.org/*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

Viva Natura. s/f. Biodiversity of Mexico - Fauna, flora and ecosystems. En: <*http://www.vivanatura.org/*>, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Nivel de protección de las aves endémicas terrestres de la costa sur de Jalisco determinado a través de un análisis de vacíos y omisiones

Sarahy Contreras Martínez, Oscar Gilberto Cárdenas Hernández y Eduardo Santana Castellón

Introducción

Jalisco se considera uno de los estados con más importancia para conservar aves en el país. Alberga 96 especies terrestres que muestran diferentes grados de endemismo, de las cuales 49 están totalmente restringidas a México (véase el capítulo Aves, en esta obra). Si bien ha aumentado el número y superficie de áreas naturales protegidas (ANP) en el estado, éstas no necesariamente protegen a las especies endémicas que deben estar entre las prioritarias. En este sentido, se vuelve indispensable realizar análisis de vacíos y omisiones (CONABIO *et al.* 2007) que cumplan las premisas de ser estudios rápidos y eficaces para determinar las especies que están o no protegidas. Aunque se han llevado a cabo análisis de vacíos y omisiones a grandes escalas (Bojórquez-Tapia *et al.* 1995 y Sarukhán *et al.* 2009), este trabajo es el primero en hacerse con información detallada acerca de la distribución de especies endémicas asociadas a las áreas de importancia para la conservación de aves (AICAS) en la región Costa Sur de Jalisco.

Área de estudio

El análisis se realizó en la región Costa Sur de Jalisco y en la zona adyacente del norte de Colima, que cubre aproximadamente dos millones de hectáreas y está localizada entre los 103° 00' y 105° 00' de longitud oeste y 19° 00' a 20° 00' de latitud norte. La región abarca dos ANP federales en su totalidad (Sierra de Manantlán y Nevado de Colima) y una porción de Cuixmala-Chamela; también incluye total o parcialmente seis cuencas hidrográficas principales, así como 14 tipos de vegetación según las clasificaciones de Rzedowski (1978), Jardel (1992) y Vázquez *et al.* (1995), que abarcan un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 4 330 msnm. Las partes bajas de las montañas (<1 200 m) se componen de bosques espinosos y tropicales; en las partes medias (>1 200 m) se localizan bosques subtropicales, encinos y mesófilo de montaña, y en las partes altas (2 000 a 3 500 msnm) bosques templados; además, como resultado de actividades antropogénicas, el paisaje incorpora vegetación secundaria.

Metodología

Las especies endémicas que se consideraron para este análisis incluyeron las descritas por Flores-Villela y Geréz (1994) y Palomera-García *et al.* (1994), quienes explican dos principales tipos: 1) especies de aves restringidas a la Faja Volcánica Transmexicana y a las Sierras Madre Occidental, Oriental, y la Sierra Madre del Sur (endémicas de México-Montano, MM); y 2) especies de aves restringidas a la meseta de la costa del Pacífico y la cuenca del Balsas (endémicas al oeste de México, WM). A éstas también se les consideró si

Contreras-Martínez, S., O.G. Cárdenas-Hernández y E. Santana C. 2017. Nivel de protección de las aves endémicas terrestres de la costa sur de Jalisco determinado a tráves de un análisis de vacíos y omisiones. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 342-347.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

estaban incluidas en alguna categoría de amenaza de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, (SEMARNAT 2010). La taxonomía usada en este estudio sigue la lista de las aves de América del Norte (AOU 1998, 2015). Se desarrolló una matriz de información con las observaciones de campo desde 1990 hasta 2010 para las especies de aves endémicas a México encontradas en el área de estudio, con un total de 1 508 registros en 38 localidades. Esta matriz se formó con datos que provienen de la colección zoológica del Departamento de Ecología y Recursos Naturales del Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (DERN-IMECBIO), Contreras-Martínez (inédito), datos de la sociedad de observadores de aves Audubon, y de revisiones bibliográficas Arizmendi y Ornelas (1990), García-Ruvalcaba (1991), Contreras-Martínez (1992, 1999), Contreras-Martínez y Santana (1995), Morris y Buffa (1996), Howell (1999), Santana (2000) y Palomera-García *et al.* (2007).

Se utilizó la metodología de análisis de vacíos y omisiones (también conocida como *Gap analysis*) que utiliza ARCVIEW 3.1 (análisis espacial, Scott *et al.* 1993, CONABIO 2007, Langhammer *et al.* 2007) para generar mapas de distribución de las 49 especies endémicas con base en su distribución altitudinal y la afinidad de hábitat en el sur de Jalisco y Colima. El proceso incluyó el mapeo de los registros de las observaciones de especies, los cuales fueron convertidos a mapas de "puntos" para examinar cada especie. A cada una se le asignó una distribución de acuerdo con el tipo de vegetación y altitud reportada en la bibliografía (Howell y Webb 1995, Palomera *et al.* 2007) y en observaciones de campo. Los mapas de vegetación y altitud escala 1:250 000 se unieron para alternar formatos de celdas y polígonos en un sistema de información geográfica. Se combinó la información de los mapas de "puntos" y de la información bibliográfica para seleccionar la distribución espacial potencial de las aves de acuerdo con las variables mencionadas. El análisis final se llevó a cabo al utilizar un módulo de búsqueda (*query*) y combinar álgebra y sobreposición de mapas (Scott *et al.* 1993, ESRI 1998, Johnston 1998).

Resultados

De las 443 especies de aves que se encuentran en la Costa Sur de Jalisco, 47 especies que pertenecen a 21 familias son endémicas a México: 19 a las montañas y 28 al oeste de México. Éstas representan 37.5% del total de especies de aves endémicas a México y 96% de las que se encuentran en Jalisco. De las 47 especies, 14 están consideradas bajo alguna categoría de amenaza de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (apéndice 47, cuadro 1 y figura 1). La mayoría de las especies endémicas se encuentran en los siguientes tipos de vegetación ordenados por importancia: bosque tropical caducifolio (30), bosque tropical subcaducifolio (24), bosque de encino (22), y bosque de pino-encino (21). La vegetación secundaria también presentó un alto número de especies comparadas con otros tipos de vegetación (28).

En el gradiente altitudinal, las especies endémicas a la zona costera y cuenca del Balsas (WM) se localizan mayormente en altitudes menores a 1 400 msnm, y las especies endémicas a las montañas (MM) se ubican en su mayoría por arriba de los 1 400 msnm. En conjunto, las 47 especies endémicas se distribuyen más en altitudes que van del nivel del mar a los 2 200 msnm, con lo que se muestra la mayor riqueza (26 especies) del cinturón altitudinal de los 800 a los 1 600 msnm al combinar la afinidad del hábitat (vegetación) con la altitud (figura 2). Por lo tanto, las estrategias de manejo de hábitats para conservar especies endémicas se deben diferenciar de acuerdo con la riqueza altitudinal y las características de las especies endémicas presentes.

Los patrones espaciales de las aves en la región Costa Sur de Jalisco muestran que las ANP federales[1] en la zona tienen un número alto de

[1] La nueva ANP estatal Bosques Mesófilos del Nevado de Colima no estaba creada cuando se realizó el estudio y no se considera en el presente análisis.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Aves endémicas bajo alguna categoría de amenaza de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	Figura 1
Amaurospiza concolor relicta	Semillero azulgris	P	W	a
Amazona finschi	Loro corona lila	P	W	b
Cypseloides storeri	Vencejo frente blanca	Pr	MM	c
Dendrortyx macroura	Codorniz coluda neovolcánica	A	MM	d
Forpus cyanopygius	Perico catarina	Pr	W	e
Glaucidium palmarum	Tecolote colimense	A	W	f
Megascops seductus	Tecolote del balsas	A	W	g
Nyctiphrynus mcleodii	Tapacamino prío	Pr	MM	h
Rhynchopsitta pachyrhyncha	Cotorra serrana occidental	P	MM	i
Ridgwayia pinicola	Mirlo pinto	Pr	MM	j
Streptoprocne semicollaris	Vencejo nuca blanca	Pr	MM	k
Thalurania ridgwayi	Ninfa mexicana	A	W	l
Vireo brevipennis	Vireo pizarra	A	MM	m
Vireo nelsoni	Vireo enano	Pr	MM	n
Total	**14**	**A=5, P=3, Pr=6**	**MM=8, W=6**	

NOM-059: A=amenazada, P=en peligro de extinción, Pr=sujeta a protección especial. Endemismo: MM=endémica a las montañas, W=endémica al oeste de México. Fuente: Contreras-Martínez *et al.* 1999.

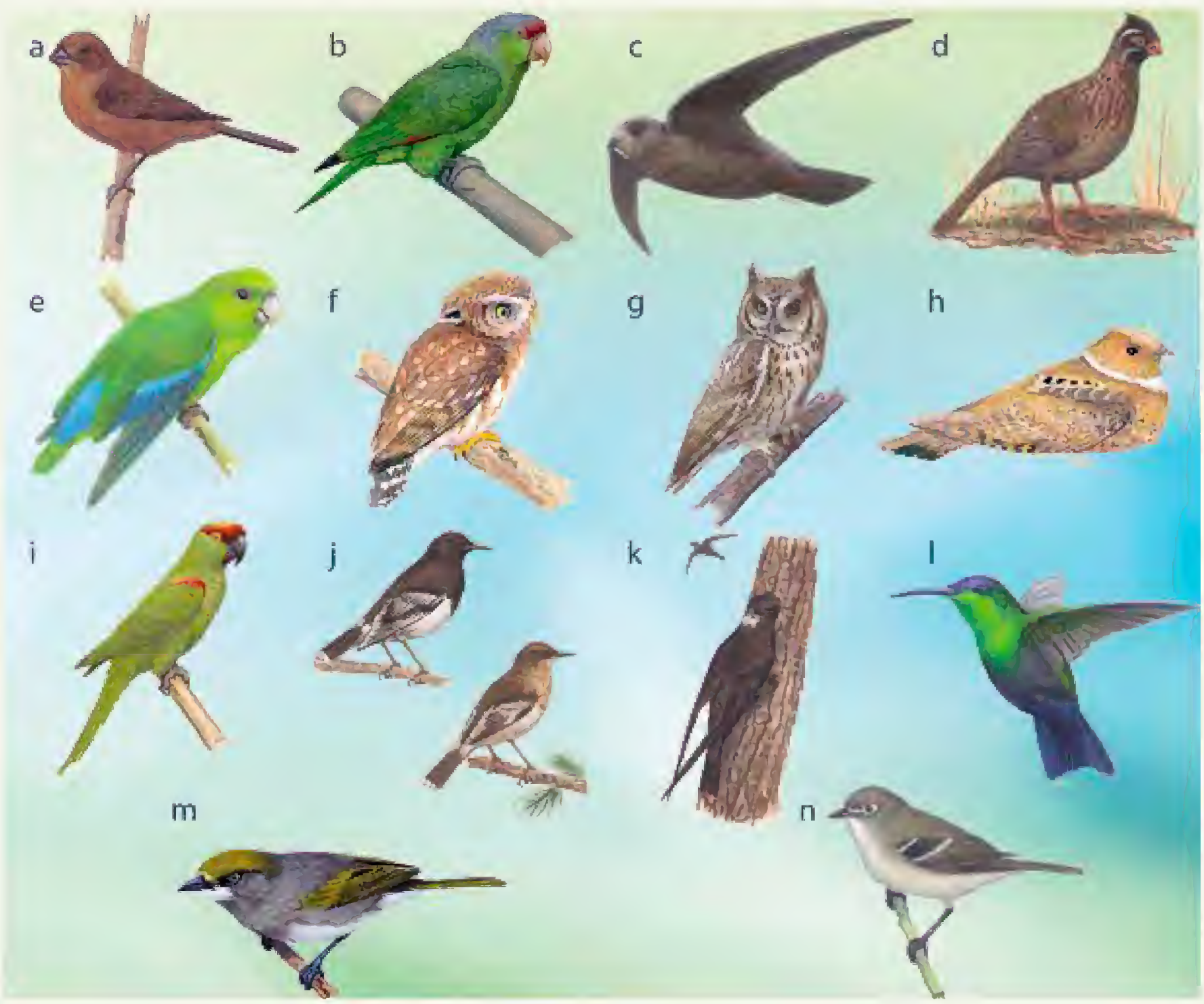


Figura 1. Aves endémicas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver relación de nombres en cuadro 1). Ilustraciones: Marco Antonio Pineda Maldonado/CONABIO.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

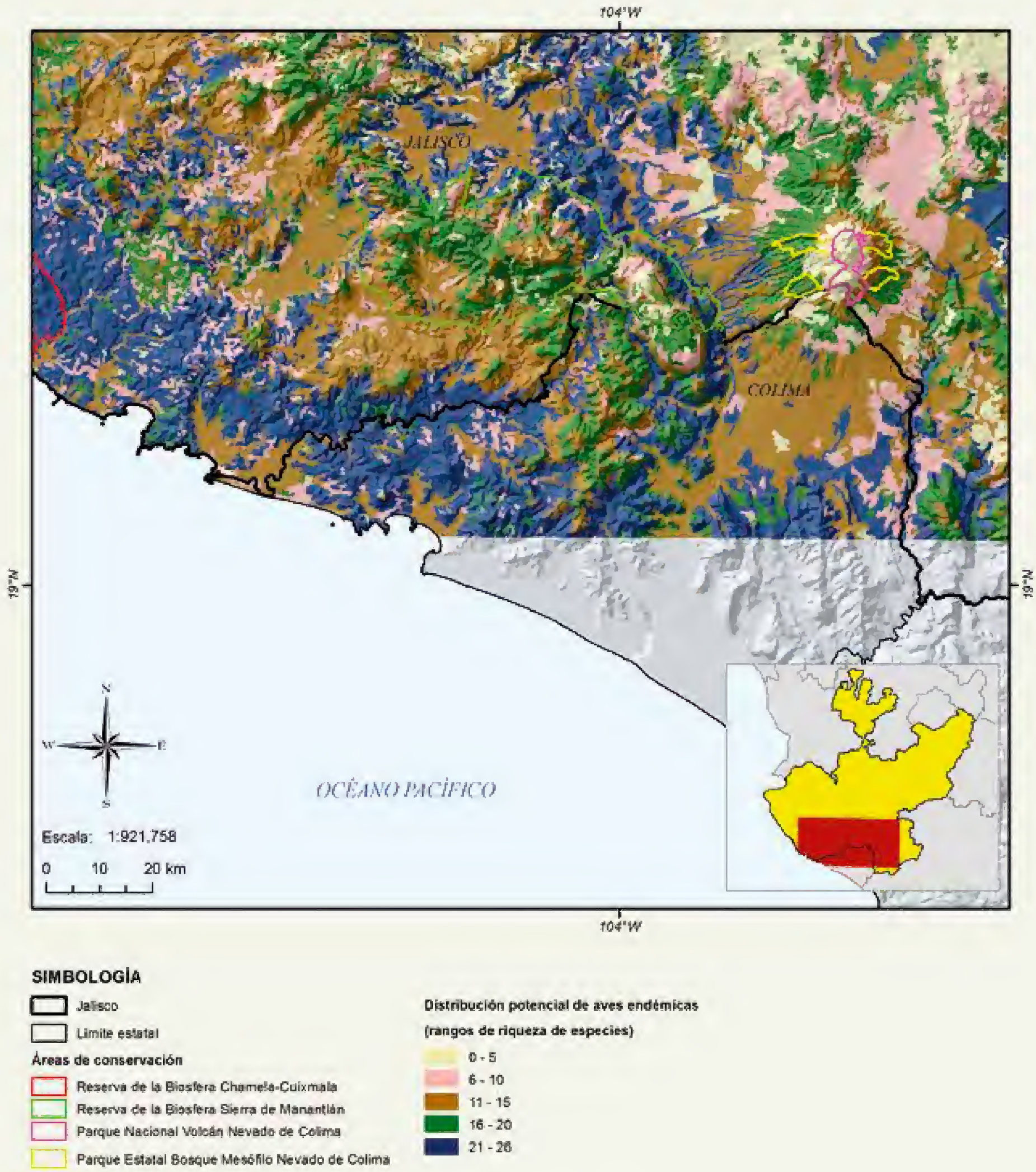


Figura 2. Distribución espacial potencial de las especies de aves endémicas. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

especies endémicas. La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) contiene 43 especies, las cuales representan 92% del total para el área de estudio. La Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala ocupa el segundo lugar con 24 especies endémicas, 51% del total en la región. El Parque Nacional Nevado de Colima es el área con menos especies endémicas (15) que representan 32% del total de especies del área estudiada. *Rhynchopsitta pachyrhyncha* no fue registrada en ninguna de las ANP y está en peligro de extinción.[2]

La mayoría (98%) de las especies endémicas están presentes en las ANP de la región, lo que sugeriría que están bien protegidas; sin embargo, los hábitats con mayor riqueza de especies endémicas se localizan a lo largo de la costa y las secciones norte-central y noreste del área de estudio, y están sin proteger (figura 2 y cuadro 2). Solamente 6.4% de los hábitats que alberga de 21 a 26 especies endémicas se encuentra dentro del territorio de alguna de las ANP federales. La pequeña porción protegida de estos valiosos hábitats se encuentra en las reservas de la biosfera Chamela-Cuixamala y Sierra de Manantlán; mientras que el Parque Nacional Nevado de Colima no tiene ninguno. Las áreas núcleo de la RBSM, por estar en zonas de mayor altitud, no protegen grandes extensiones de hábitats con alto endemismo (Contreras-Martínez 1999). De los hábitats que albergan de 16 a 20 especies endémicas, 15.6% se encuentra dentro de ANP federales, por lo que esta categoría está mejor protegida. Las especies de aves endémicas que tienen menos de 15% de su distribución potencial en ANP de la región y requieren más atención para proteger son *Megascops seductus, Trogon citreolus, Deltarhynchus flammulatus, Cyanocorax sanblasianus, Rhodinocichla rosea, Granatellus venustus* y *Passerina leclancherii*.

Conclusión

Si bien las tres ANP federales en la región son importantes para conservar especies de aves endémicas, éstas son aún insuficientes para lograr la cabal conservación de los hábitats con más diversidad de estas especies en la zona.

Cuadro 2. Distribución del área potencial de ocupación por especies endémicas en la Costa Sur de Jalisco.

Número de especies	Superficie total (ha) [1]	Porcentaje total[2] (%)	Nevado de Colima		Sierra de Manantlán		Chamela-Cuixmala	
			Superficie (ha)	Porcentaje[3] (%)	Superficie (ha)	Porcentaje[3] (%)	Superficie (ha)	Porcentaje[3] (%)
1-5	129 940.32	6.5	10 942.32	8.4	5 904.48	4.5	48.64	0.0
6-10	245 049.96	12.2	836.32	0.3	13 903.24	5.7	21.02	0.0
11-15	517 239.36	25.8	3 645.88	0.7	26 296.2	5.1	119.55	0.0
16-20	374 257.56	18.6	4 797	1.3	53 599.12	14.3	0	0.0
21-26	740 854.16	36.9	347.8	0.0	39 874.6	5.4	7 089.23	1.0
Total	2 007 341.36	100	20 569.32		139 577.64		7 278.44	

[1] Superficie total de ocupación potencial del área de estudio por especies endémicas.
[2] Porcentaje referente a la superficie total del área de estudio.
[3] Porcentaje relativo al total de área ocupada para cada rango de número de especies.
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de esta contribución.

[2] Hay registros en la región del Nevado de Colima pero fuera del ANP federal.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

AOU. American Ornithologists' Union. 1998. Check-list of north American birds, 7th ed. AOU, Washington.

—. American Ornithologists' Union, online. 2015. Fifty-sixth supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. The Auk 132:748-764. En: *<http://aoucospubs.org/doi/pdf/10.1642/AUK-15-73.1>*, última consulta: 12 de enero de 2016.

Arizmendi, M.C. y F. Ornelas. 1990. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry forest in Mexico. *Biotropica* 22(2):172-180.

Bojórquez-Tapia, L.A., I. Azuara, E. Ezcurra y O. Flores-Villela. 1995. Identifying conservation priorities in Mexico through geographic information systems and modeling. *Ecological Applications* 5:215-231.

CONABIO, CONANP, TNC, PRONATURA, FCF y UANL. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura A.C., Facultad de Ciencias Forestales y Universidad Autónoma de Nuevo León. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. En: *<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/LibroGapTerrestre.pdf>*, última consulta: 23 de noviembre de 2015.

Contreras-Martínez, S. 1992. *Efecto de los incendios forestales en la modificación del hábitat de la avifauna de la Estación Científica Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima*. Tesis de licenciatura. LNLJ-Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

—. 1999. *Preliminary analysis of endemic and threatened avifauna distribution in southern Jalisco, Mexico*. Tesis de maestría of Wisconsin-Madison, Madison.

Contreras-Martínez, S. y E. Santana C. 1995. The effect of forest fires on migratory birds in the Sierra de Manantlán, Jalisco, México. En: *Conservation of neotropical migratory birds in Mexico.* M.H. Wilson y S.A. Sader (eds.). Maine Agricultural and Forest Experiment Station. Main, pp. 113-122.

ESRI. 1998. Shapefile technical description. An ESRI white paper. ESRI, Estados Unidos.

Flores-Villela, O. y P. Geréz. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO/UNAM, México.

García-Ruvalcaba, S. 1991. *Utilización de hábitat por la avifauna y su relación con la estructura y estado de sucesión de cuatro tipos de bosques en la Estación Científica las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas-Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Howell, S.N.G. 1999. A bird finding guide to México. Cornell University Press, Ithaca.

Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press, Nueva York.

Jardel, E.J. (coord.). 1992. *Estrategia para la conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.* Editorial Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Johnston, C.A. 1998. Geographic information systems in ecology. Blackwell Science, Londres.

Langhammer, P.F., M.I. Bakarr, L.A. Bennun, *et al.* 2007. Identification and Gap analysis of key biodiversity areas: targets for comprehensive protected area systems. IUCN, Suiza.

Morris, C. y J. Buffa. 1996. Birding in Volcan de Fuego Colima, Mexico. Winging It. Newsletter of the American Birding Association, Inc. Agosto 8:1-7.

Palomera-García, C., E. Santana y R. Amparán. 1994. Patrones de distribución de la avifauna en tres estados del occidente de México. *Anales del Instituto de Biología UNAM (serie Zoología)* 65(1):137-175.

Palomera-García, C., E. Santana, S. Contreras-Martínez y R. Amparán. 2007. Jalisco. Avifaunas estatales de México: Jalisco. En: *Avifauna estatales de México.* R. Ortiz-Pulido, A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva, *et al.* (eds.). CIPAMEX. Pachuca.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México.

Santana, C.E. 2000. *Dynamics of understory birds along a cloud forest successional gradient.* Tesis de doctorado. Department of Wildlife Ecology y Department of Zoology, University of Wisconsin-Madison, Madison.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, *et al.* 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad.* CONABIO, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Scott, J.M., F. Davis, B. Csuti, *et al.* 1993. Gap analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123:1-141.

Vázquez, A., R. Cuevas, T. Cochrane, *et al.* 1995. *Flora de Manantlán.* Universidad de Guadalajara/University of Wisconsin-Madison/Botanical Research Institute of Texas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Mamíferos

Sergio Guerrero Vázquez, Silvia Socorro Zalapa Hernández y Edgar Guadalupe Godínez Navarro

Descripción

Los mamíferos son un grupo de vertebrados, cuyo origen se remonta a unos 250 millones de años, diversificándose poco después de la desaparición de los dinosaurios, hace unos 65 millones de años. Entre sus características más notorias, está la presencia de pelo y glándulas mamarias.

Se les puede dividir en mamíferos que nacen a partir de huevos, llamados monotremas, como el ornitorrinco (no presente en México), y los que nacen del interior de la madre, conocidos como marsupiales y placentarios. Las crías de los marsupiales, después de pasar pocos días en el interior de la mamá, terminan su desarrollo en un saco llamado marsupio, como el tlacuache; mientras que las crías de los placentarios se desarrollan completamente en su interior, en un saco llamado placenta, como en la mayoría de los mamíferos, incluido el ser humano.

Diversidad

En México, la fauna de mamíferos es una de las más diversas del mundo; por el número de especies, ocupa el segundo lugar a escala mundial (Arita y Ceballos 1997); si se considera únicamente a las terrestres, su riqueza alcanza las 496 (Ramírez-Pulido *et al.* 2014), y 545 al agregar las marinas (Ceballos *et al.* 2014). Uno de los rasgos más notables de esta riqueza es la cantidad de especies únicas o endémicas al país, que alcanzan 186 (Ceballos *et al.* 2014, Ramírez-Pulido *et al.* 2014). Esto es más relevante en el occidente, en los estados de Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit y Guanajuato, ya que en esta región se concentra el mayor número (Ceballos *et al.* 2014). Este alto grado de endemicidad es aún más notable por la presencia de géneros endémicos, los cuales suman 13 (Ramírez-Pulido *et al.* 2014).

Jalisco se encuentra entre los estados con mayor número de especies de mamíferos. Se han cuantificado 170, considerando solo las terrestres (Iñiguez y Santana 1993, Guerrero y Cervantes 2003) y 192 integrando a las marinas (Iñiguez

Figura 1. Murciélago orejudo mexicano (*Macrotus waterhousii*). Foto: Silvia S. Zalapa.

Guerrero, S., S.S. Zalapa y E.G. Godínez. 2017. Mamíferos. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II*. CONABIO. México, pp. 349-356.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

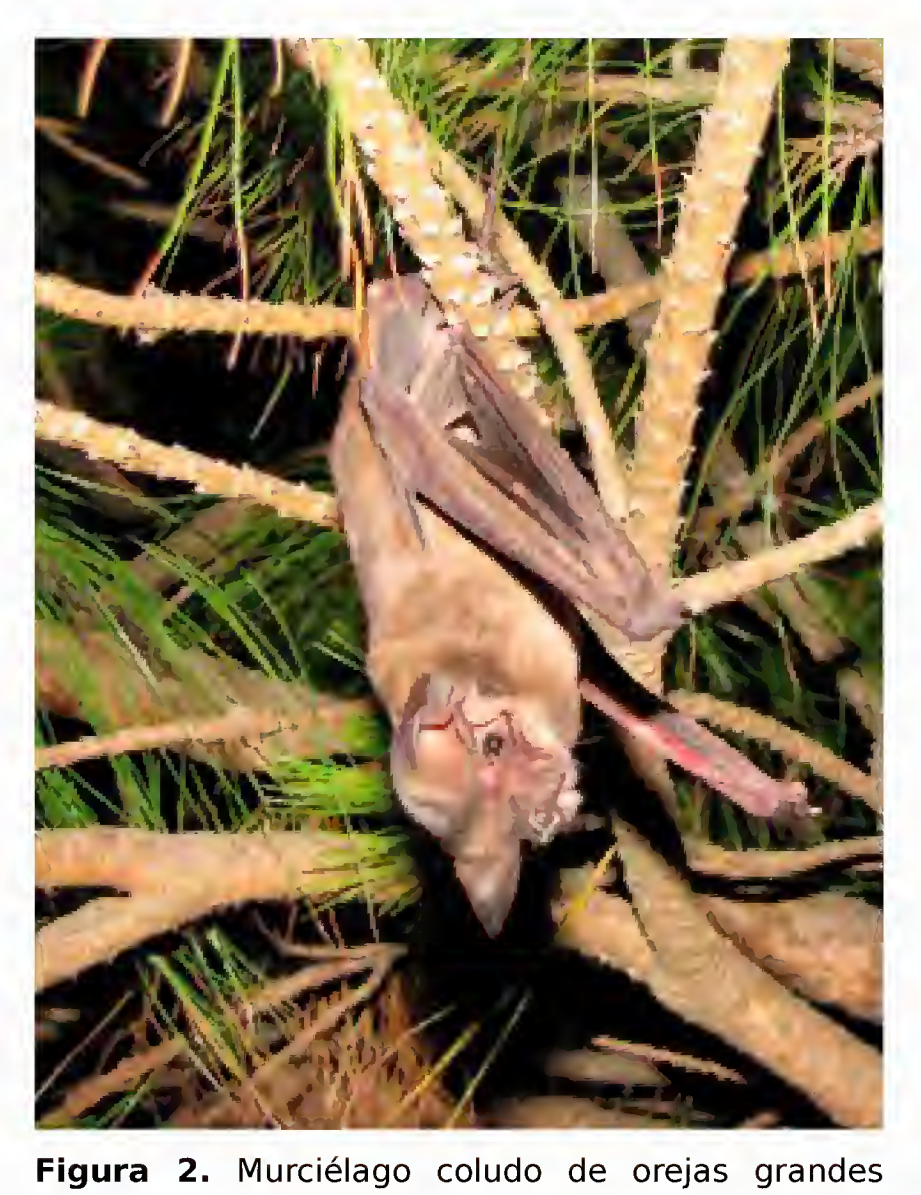


Figura 2. Murciélago coludo de orejas grandes (*Nyctinomops macrotis*). Foto: Silvia S. Zalapa.

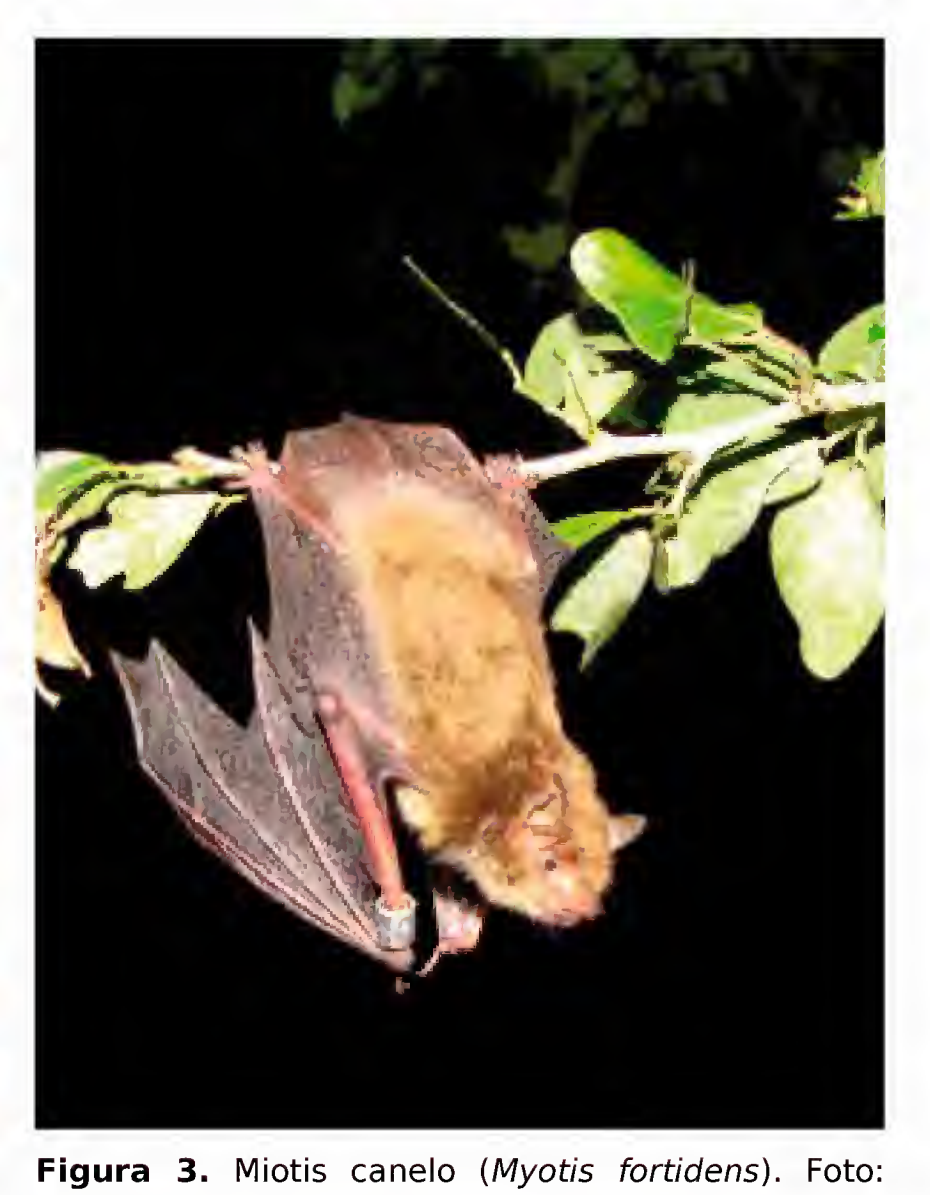


Figura 3. Miotis canelo (*Myotis fortidens*). Foto: Silvia S. Zalapa.

Figura 4. Murciélago de charreteras menor (*Sturnira parvidens*). Foto: Silvia S. Zalapa.

Figura 5. Murciélago zapotero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*). Foto: Edgar G. Godínez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y Santana 2005). Un estudio más reciente (Godínez *et al.* 2011) en el que se consideraron los cambios taxonómicos y los nuevos registros de los mamíferos terrestres y marinos de la entidad, reporta 189, que aunado al registro de *Thomomys atrovarius* (Mathis *et al.* 2013, Godínez y Guerrero 2014), hacen un total de 190 especies presentes en Jalisco, integradas en nueve órdenes, 28 familias y 109 géneros (cuadro 1; apéndice 48). A nivel de orden, los que presentan la mayor riqueza son murciélagos (73 especies, figuras 1-5) y roedores (61 especies, figuras 6-8), entre ambos integran 70% de los mamíferos registrados en el estado; en contraste, tlacuaches (dos especies), artiodáctilos (dos especies) y armadillos (una especie, figura 9) son los órdenes con la menor representatividad en la entidad (figura 10). Estos datos ubican al estado como uno de los más relevantes, ya que alberga 36% de la riqueza de mamíferos de México.

Figura 6. Ratón de patas blancas (*Peromyscus* sp. -grupo boyli-). Foto: Edgar G. Godínez.

Figura 7. Ratón espiguero (*Peromyscus spicilegus*). Foto: Edgar G. Godínez.

Figura 8. Rata algodonera de Jalisco (*Sigmodon mascotensis*). Foto: Edgar G. Godínez.

Figura 9. Armadillo (*Dasypus novemcinctus*). Foto: Sergio Guerrero.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Número de familias, géneros y especies de mamíferos registrados, en función de cada uno de los órdenes.

Orden	Nombre común	Número de familias	Número de géneros	Número de especies
Didelphimorphia	Tlacuaches	1	2	2
Cingulata	Armadillos	1	1	1
Lagomorpha	Conejos y liebres	1	2	5
Rodentia	Roedores	4	28	61
Carnivora	Carnívoros	6	16	19
Soricomorpha	Musarañas	1	4	10
Chiroptera	Murciélagos	7	40	73
Artiodactyla	Pecaríes y venados	2	2	2
Cetacea	Delfines y ballenas	5	14	17
Total		**28**	**109**	**190**

Fuente: Godínez *et al.* 2011, Godínez y Guerrero 2014.

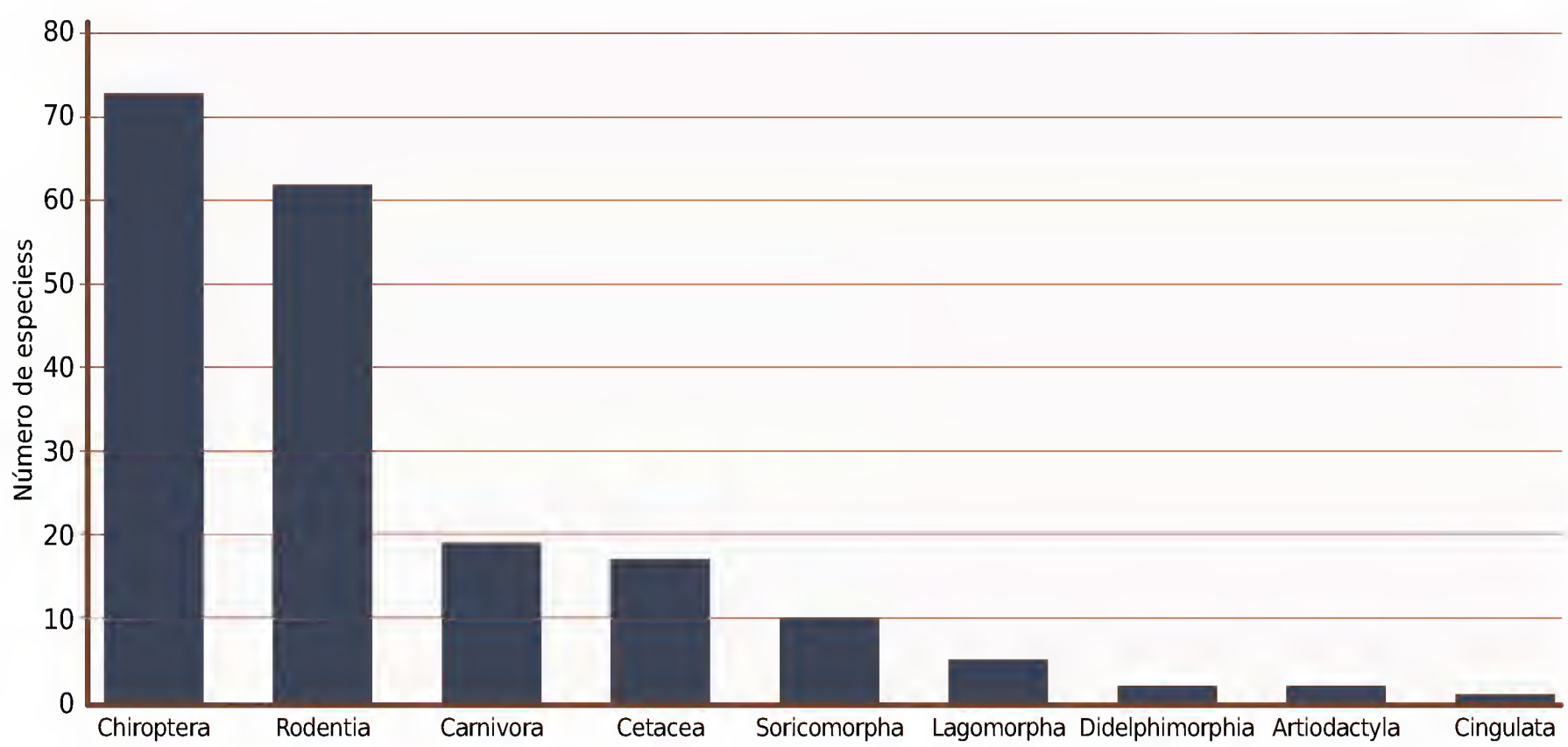


Figura 10. Número de especies que integran los nueve órdenes de mamíferos presentes. Fuente: Godínez *et al.* 2001, Godínez y Guerrero 2014.

Distribución

Los mamíferos se distribuyen en todos los hábitats de Jalisco, ya sean marinos (figuras 11 y 12) o terrestres; sin embargo, existen algunos que albergan más especies que otros (figura 13). Así, entre los registrados en la parte continental, la mayor cantidad de especies se encuentra en el bosque tropical caducifolio con un total de 154, seguido por el bosque de coníferas y encinos con 150, el bosque tropical subcaducifolio con 62, el matorral xerófilo con 54, el bosque mesófilo de montaña con 38, y el bosque espinoso con 12 (Ramos-Vizcaíno *et al.* 2007). Asimismo, 18 especies viven en los mares y una más utiliza los ríos y arroyos como parte de su hábitat. Cabe resaltar avistamientos ocasionales de otras especies de ballenas en la zona de bahía de Banderas, tales como: *Balaenoptera borealis*, *Globicephala macrorhynchus* y *Peponocephala electra* (Pompa-Mansilla 2007).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 11. Ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Foto: Eduardo Lugo.

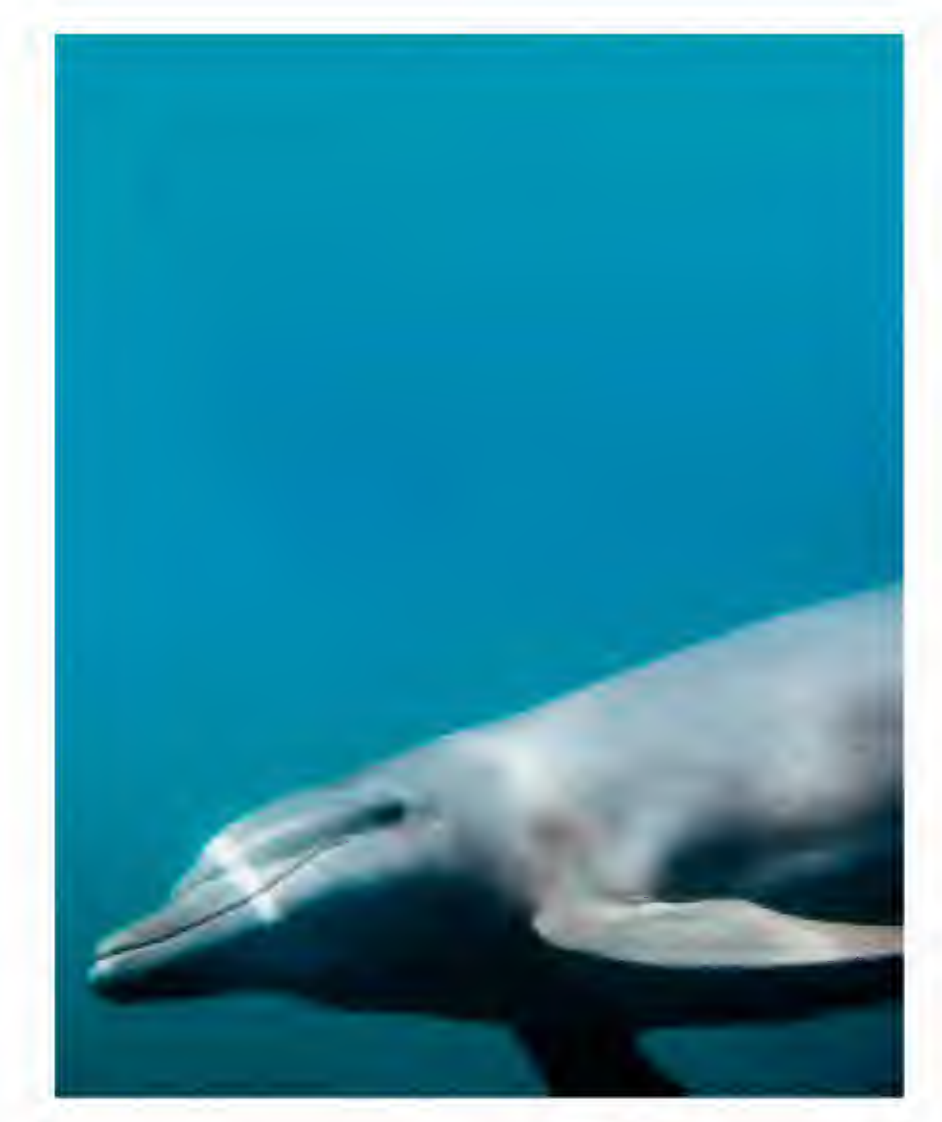


Figura 12. Delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*). Foto: Eduardo Lugo.

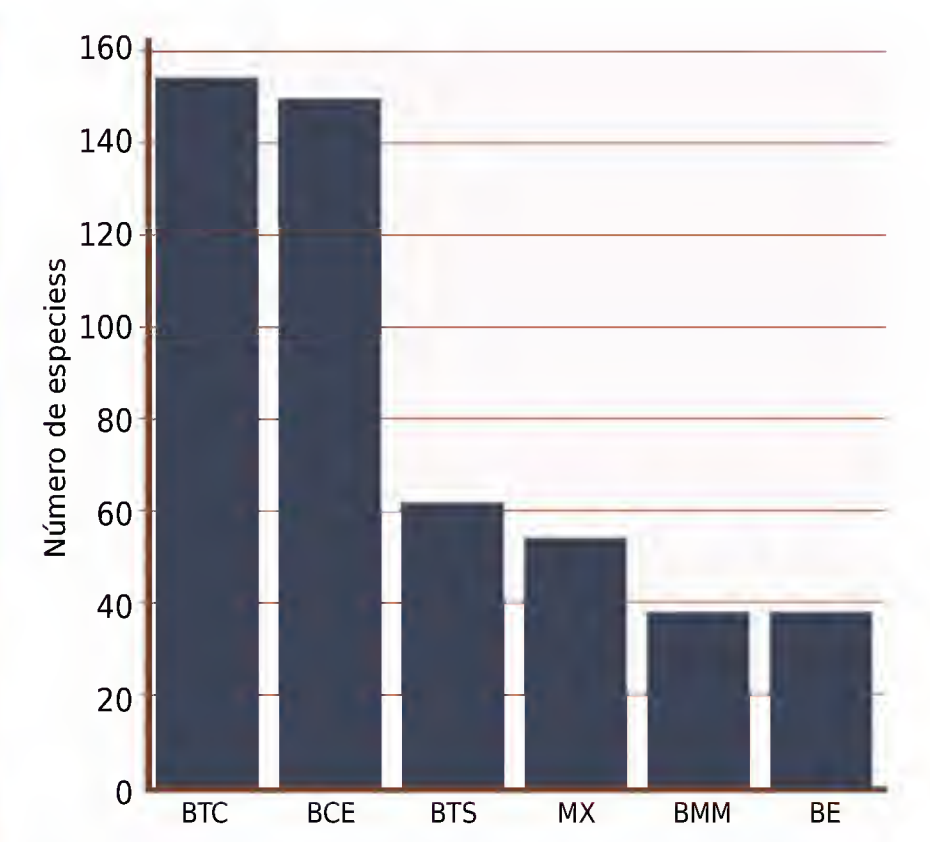


Figura 13. Número de especies de mamíferos en función de los principales tipos de vegetación presentes en el estado. BTC=bosque tropical caducifolio; BCE=bosque de coníferas y encino; BTS=bosque tropical subcaducifolio; MX=matorral xerófilo; BMM=bosque mesófilo de montaña; BE=bosque espinoso. Fuente: Ramos-Vizcaíno *et al*. 2007

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Número de especies por altitud.

Rango de altitud (msnm)	Número de especies
< 1 000	110
1 000 a 1 500	127
1 500 a 2 000	128
2 000 a 2 500	124

Fuente: Ramos-Vizcaíno *et al.* 2007.

La entidad presenta una topografía accidentada con rangos altitudinales muy amplios, los cuales reflejan condiciones ambientales contrastantes que favorecen la presencia de los mamíferos (Ramos-Vizcaíno *et al.* 2007) (cuadro 2).

No todo el estado ha sido estudiado con la misma intensidad para tener un conocimiento completo de la mastofauna presente y su situación actual. Las regiones con mayor nivel de conocimiento son Costa y Sur, seguida por Centro (en donde se localiza la zona metropolitana de Guadalajara); las menos estudiadas son los Altos y Norte.

Importancia ecológica, económica y cultural

Cada una de las especies desempeña una función relevante dentro de los sistemas ecológicos, algunas con roles fundamentales, como controladores de plagas, dispersores de semillas, polinizadores, entre otros; tal es el caso de los felinos, ubicados en el tope de la cadena alimenticia, los cuales ejercen presión importante sobre especies herbívoras para controlar sus poblaciones.

El reconocimiento de la función que los mamíferos desempeñan en los sistemas ecológicos se puede visualizar desde el enfoque de servicios de los ecosistemas. Por ejemplo, los murciélagos y los roedores intervienen en la dispersión de semillas; los murciélagos también participan en la polinización de plantas y en el control de poblaciones de insectos; los felinos y cánidos mantienen reguladas las poblaciones de ratones y ratas que pueden convertirse en plaga. Estos son algunos servicios en los que intervienen los mamíferos, siendo, en ciertos casos, fundamentales para la estabilidad de los sistemas naturales y para la obtención de esos servicios a partir de los ecosistemas.

Además, este grupo de vertebrados reviste particular importancia dado que incluye especies relacionadas con la vida cotidiana del ser humano, como los perros, caballos, chivos, vacas, entre otros. Desde el punto de vista económico, especies como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el pecarí de collar (*Dicotyles angulatus*), entre otras, han sido aprovechadas mediante la cacería controlada o de subsistencia. En Jalisco, muchas de las unidades de manejo para conservar la vida silvestre (UMA) están ligadas a su aprovechamiento.

Situación y estado de conservación

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT-2010), entre la mastofauna que alberga la entidad se enlista una especie extinta de Jalisco, cuatro son consideradas en peligro de extinción, 10 amenazadas y 25 catalogadas con protección especial (apéndice 48), lo que significa que aproximadamente 21% de mamíferos del estado está incluido en dicha norma oficial. Los cetáceos forman el grupo con más especies enlistadas (17), seguido por los carnívoros (8) y los quirópteros (6). La especie extinta a que se hace referencia es el lobo gris mexicano (*Canis lupus baileyi*), y las catalogadas en peligro corresponden a tres felinos, estos son el jaguar (*Panthera onca*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*) y el ocelote (*L. pardalis*) y un murciélago (*Musonycteris harrisoni*) (apéndice 48).

Jalisco alberga 46 especies endémicas de México. A nivel de orden, sobresalen los roedores con 29 especies, seguidos por los murciélagos con siete y las musarañas también con siete. Otro hecho relevante es que se ubica en la zona de más endemismos de mamíferos del país (Guerrero *et al.* 1995, Ceballos *et al.* 2014), ya que en el occidente se encuentran 10 géneros endémicos, de los cuales nueve se presentan en el estado:*Tlacuatzin*, *Megasorex*, *Musonycteris*, *Pappogeomys*, *Osgoodomys*, *Nelsonia*, *Xenomys*, *Notocitellus* y *Hodomys* (cuadro 3).

Otras listas de carácter internacional, como las generadas por la UICN y CITES, consideran un

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Número de especies de mamíferos, por orden, incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicos a México, en la UICN y CITES.

Orden	NOM-059	Endemismos	UICN	CITES
Didelphimorphia	0	1	2	0
Cingulata	0	0	1	0
Lagomorpha	0	1	5	0
Rodentia	5	29	57	0
Carnívora	8	1	19	5
Soricomorpha	4	7	10	0
Chiroptera	6	7	71	0
Artiodactyla	0	0	2	1
Cetacea	17	0	17	17
Total	**40**	**46**	**184**	**23**

Fuentes: Ceballos y Oliva 2005, SEMARNAT 2010, CITES 2015, UICN 2015.

número importante de mamíferos registrados en el estado. En el caso de la primera, integra a 184 especies; nueve con datos deficientes (DD), 157 en la categoría de preocupación menor (LC), siete casi amenazadas (NT), siete vulnerables (VU) y cuatro en peligro (EN). Por su parte, en CITES ocho especies están en el Apéndice I, y 15 en el Apéndice II (apéndice 48).

Principales amenazas

La cantidad de especies de mamíferos de Jalisco enlistada tanto en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en las listas internacionales, muestra que el problema de la reducción de sus poblaciones y ámbitos de distribución es severo, ya que la mayor parte de los mamíferos están en una o en ambas listas. Factores como la modificación, destrucción y fragmentación de sus hábitats, cacería indiscriminada e introducción de especies exóticas, son considerados entre los principales agentes de cambio para poblaciones de fauna, particularmente de mamíferos en México (Ceballos *et al.* 2002), que no son ajenos a la problemática que presenta este grupo en la entidad.

Oportunidades o acciones de conservación

Los resultados de estudios encaminados a evaluar la distribución de la riqueza de mamíferos en la entidad (Guerrero *et al.* 1995, López-Rivera 2001 y Ramos-Vizcaino *et al.* 2007) se pueden visualizar desde dos perspectivas. Por una parte, la detección de sitios o regiones en las cuales se presenta un alto valor de riqueza de especies; por otra parte, permite detectar los vacíos existentes en función de la disponibilidad de información respecto a dicha riqueza mastofaunística. Esto último es fundamental para implementar estrategias y acciones que conduzcan a la protección, conservación, manejo y aprovechamiento de esas especies.

A partir de esta segunda perspectiva, se pueden destacar dos zonas que han sido relativamente poco exploradas. Por una parte, la región Norte de la entidad, la cual comprende municipios como Mezquitic, Huejuquilla el Alto, Bolaños, Villa Guerrero, Totatiche, Colotlán, Huejucar, San Martín Bolaños, entre otros; y la región de los Altos, particularmente la parte que integra a los municipios de Ojuelos de Jalisco, Lagos de Moreno, Encarnación de Díaz, Unión de San Antonio, Teocaltiche, San Juan de los Lagos, entre otros. Estas regiones representan zonas en donde es urgente enfatizar el trabajo de exploración y conocimiento de la mastofauna, lo que permita valorar, no solo la presencia de especies, sino también el estado actual de sus poblaciones.

En los sitios en donde la riqueza de especies es bien conocida, como la región de la costa, requerirá estrategias que se encaminen a implementar acciones para proteger y conservar las especies y sus hábitats; enfatizando en la función que las mismas tienen en los ecosistemas y la intervención de estas especies en los servicios que dichos sistemas ecológicos prestan a las comunidades humanas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión y recomendaciones

Jalisco es una de las entidades que alberga una de las riquezas mastofaunísticas más importantes, lo cual la ubica entre las primeras cinco. A ello se debe agregar el hecho de la presencia de una cantidad importante de endemismos, tanto en géneros como en especies. Entre esa riqueza destaca el número de roedores, murciélagos, carnívoros y mamíferos marinos.

Si bien se tiene una aproximación al conocimiento de la riqueza mastofaunística de Jalisco, aún se desconoce la composición y el estado de poblaciones que integran este grupo de vertebrados de algunas regiones y municipios. Por lo que el identificar esos vacíos de información deberá ser el punto de partida para establecer estrategias y acciones encaminadas a conservar las especies y sus hábitats. En esa estrategia, el integrar acciones para llenar esos vacíos de información serán factores angulares para conservar la riqueza de mamíferos en el largo plazo, junto con acciones que permitan conocer el estado actual de poblaciones de especies relevantes (endémicas, incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, especies clave, etc.), su historia natural y ecología.

Referencias

Arita, H. y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:33-71.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R.A. Medellín. 2002. Mamíferos de México. En: *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales*. G. Ceballos y J.A. Simonetti (eds.). CONABIO/UNAM, México.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R.A. Medellín, *et al.* 2014. *Diversity and conservation*. En: *Mammals of México*. G. Ceballos (ed.). Johns Hopkins University Press, Maryland, pp. 1-44.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2015. Apéndices I. II y III. Secretaría de la CITES. En: <*https://www.cites.org/esp/app/appendices.php*>, última consulta: 12 de noviembre de 2015.

Godínez, E.G., N. González-Ruiz y J. Ramírez-Pulido. 2011. Lista actualizada de los mamíferos de Jalisco, México: implicaciones de los cambios taxonómicos. *Therya* 2(1):07-35.

Godínez, E.G. y S. Guerrero. 2014. Los roedores de Jalisco, México: clave de determinación. *Therya* 5(2):633-678.

Guerrero, S., J. Téllez y R.A. Salido. 1995. Los mamíferos de Jalisco: análisis zoogeográfico. *BIOTAM* 6:13-30.

Guerrero, S. y F.A. Cervantes. 2003. Lista comentada de los mamíferos terrestres del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (N.S.) 89:93-110.

Iñiguez, L.I. y E. Santana. 1993. Patrones de distribución y riqueza de especies de los mamíferos del occidente de México. En: *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Vol. 1. R.A. Medellín y G. Ceballos (eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología A.C., México, pp. 65-86.

—. 2005. Análisis mastofaunístico del estado de Jalisco. En: *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa*. V. Sánchez Cordero y R.A. Medellín (ed.). Instituto de Biología-UNAM/Instituto de Ecología-UNAM/CONABIO, México.

López-Rivera, A.E. 2001. *Patrones de distribución de la riqueza de especies de la familia Muridae (Mammalia:Rodentia) en el estado de Jalisco*. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Pompa-Mansilla, S. 2007. *Distribución y abundancia de los géneros Kogia y Steno en la Bahía de Banderas y aguas adyacentes*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruiz, A.L. Gardner y J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of recent land mammals of Mexico, 2014. *Special Publications, Museum of Texas Tech University* 63:1-69.

Ramos-Vizcaíno I., S. Guerrero-Vázquez y F. M. Huerta-Martínez. 2007. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:175-189.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.3. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 12 de noviembre de 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los mamíferos marinos de bahía de Banderas: voceros de un área marina protegida

Sandra Pompa Mansilla e Ivo García Gutiérrez

Introducción

Las áreas marinas protegidas (AMP) se establecen como refugios para conservar especies de fauna marina de importancia comercial, administrar el uso responsable de los ecosistemas, proteger paisajes y ecosistemas únicos, o proteger especies o grupos de especies prioritarias y su hábitat; como es el caso de las AMP que se establecen específicamente para la conservación de mamíferos marinos (MM) (Jones 1994, Agardy 1999, 2000, Hooker y Gerber 2004, Ruiz *et al.* 2006).

México es uno de los países con mayor riqueza de MM del mundo, albergando entre 45 y 49 especies distintas (cerca de 60% del total de especies registradas) (Salinas y Ladrón de Guevara 1993, Torres *et al.* 1995), esto representa ocho de las 13 familias que existen, y alrededor de 40 de las 129 especies conocidas a nivel mundial (Rice 1998, Ceballos y Oliva 2005, Pompa *et al.* 2011).

La importancia de conservar los MM y su hábitat radica en los múltiples roles que juegan dentro del ecosistema marino (Block *et al.* 2011, Roman *et al.* 2014). Un ejemplo de la importancia ecológica de estos mamíferos es la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Debido a su peso, (>36 t), una ballena es capaz de desplazar a su paso hasta 36 000 L de agua, mezclando la columna de agua y los nutrientes. También regulan las poblaciones de krill al satisfacer sus necesidades energéticas, ya que una ballena consume cerca de 2 t diarias de este minúsculo invertebrado (Kar y Chauduhuri 2003).

Desde el punto de vista económico, los mamíferos marinos tienen una importancia significativa como sustento de la actividad turística mundial. Se calcula que en el año 2008, 13 millones de personas los observaron alrededor del mundo. Actualmente, la industria turística en torno a la observación de ballenas y otros, representa una derrama económica mundial de aproximadamente 2 100 millones de dólares (Hoyt y Parsons 2014, Lück 2015).

Debido al papel fundamental que juegan en el ecosistema marino, diversas investigaciones han identificado los sitios de importancia para su conservación en el mundo (Hyrenbach *et al.* 2000, Kaschner *et al.* 2011, Pompa *et al.* 2011) y en México (CONABIO *et al.* 2007, Múzquiz 2014), donde destaca especialmente la costa del Pacífico, y específicamente la zona costera de los estados de Jalisco y Nayarit (Medrano y Vázquez 2010).

Bahía de Banderas: localización e importancia

La bahía de Banderas se localiza al pie de la Sierra Madre Occidental y frente a las costas del municipio de Bahía de Banderas en el estado de Nayarit, así como los municipios de Puerto Vallarta y Cabo Corrientes en el estado de Jalisco. Se localiza entre las coordenadas geográficas 20° 15' y 20° 47' latitud norte, y los 105° 15' y 105° 42' de longitud oeste, abarcando un área aproximada de 987 km^2 (figura 1).

Pompa, S. e I. García. 2017. Los mamíferos marinos de bahía de Banderas: voceros de un área marina protegida. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 358-369.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

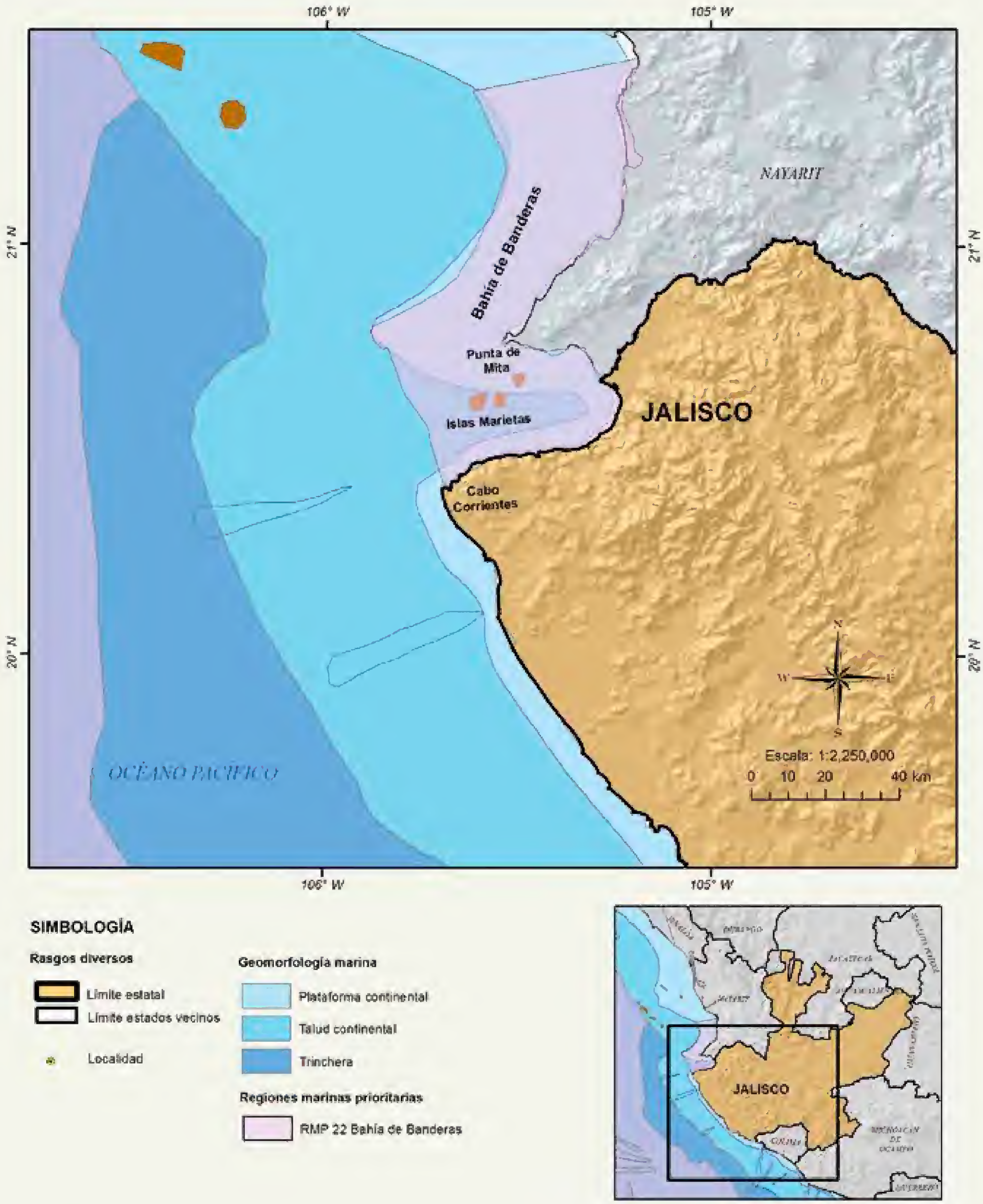


Figura 1. Bahía de Banderas, se muestra el polígono de la RMP 22 y de la geomorfología marina. Fuente: Lugo-Hubp y Fernández-Arteaga 1990, CONABIO 1998.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La bahía se extiende por aproximadamente 100 km de distancia entre su límite más sureño denominado cabo Corrientes (Jalisco), y el límite más norteño denominado punta Mita (Nayarit). Tiene una profundidad promedio de 200 m; el relieve oceánico presenta zonas someras de hasta 50 m de profundidad en la porción norte de ésta, y fosas profundas de hasta 1 400 m de profundidad que se extienden hacia la porción sur, frente a cabo Corrientes (Pompa 2007).

Por otro lado, en la porción norte de la bahía de Banderas se localiza el Parque Nacional Islas Marietas, un complejo de dos islas (llamadas Larga y Redonda) decretado en el año 2005 para conservar su riqueza ornitológica, ictiofaunística, florística y arrecifal, así como para proteger la belleza escénica excepcional que atrae alrededor de 200 mil turistas al año. Este parque comprende un territorio insular de 1 383 ha y es administrado por cuatro guardaparques de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), cuyo ámbito territorial se centra en la porción insular que comprende las islas, aunque su área de influencia abarca las comunidades donde parten embarcaciones para transportar turistas para visitar las islas, la bahía de Banderas y las comunidades costeras asentadas en sus márgenes (SEMARNAT 2005, 2011a).

Cuadro 1. Estado de conservación y residencia de los mamíferos marinos de la bahía de Banderas.

Especie	Nombre común	NOM-059	NOM-131	CITES	UICN	Residencia
Balaenoptera borealis	Ballena de Sei	Pr	Incluida	I	EN	Registro ocasional
Balaenoptera edeni	Ballena de Bryde	Pr	Incluida	I	DD	Transeúnte
Eschrictius robustus	Ballena gris	Pr	Incluida	I	LC	Transeúnte
Globicephala macrorhynchus	Calderón tropical o de aleta corta	Pr	-	II	DD	Registro ocasional
Grampus griseus	Calderón gris	Pr	-	II	LC	Transeúnte
Kogia breviceps	Cachalote pigmeo	Pr	-	II	DD	Datos insuficientes
Kogia sima	Cachalote enano	Pr	-	II	DD	Probable residencia
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	Pr	Incluida	I	LC	Residente estacional
Orcinus orca	Orca	Pr	-	II	DD	Transeúnte
Peponocephala electra	Delfín de cabeza de melón	Pr	-	II	LC	Registro ocasional
Pseudorca crassidens	Falsa orca u orca negra	Pr	-	II	DD	Transeúnte
Stenella attenuata	Delfín manchado tropical	Pr	-	II	LC	Residente
Stenella longirostris	Delfín tornillo	Pr	-	II	DD	Transeúnte
Steno bredanensis	Delfín de dientes rugosos	Pr	-	II	LC	Probable residencia
Tursiops truncatus	Delfín nariz de botella o tonina	Pr	-	II	LC	Residente
Zalophus californianus	León marino de California	Pr	-	-	LC	Transeúnte
Ziphius cavirostris	Zifio de Cuvier	Pr	-	II	DD	Datos insuficientes
Mesoplodon peruviannus	Zifio peruano o zifio menor	Pr	-	II	DD	Datos insuficientes

NOM-059: Pr=sujeta a protección especial. CITES: Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. UICN: EN=en peligro de extinción, LC=preocupación menor, DD=datos insuficientes. Fuente: SEMARNAT 2010, SEMARNAT 2011b, CITES 2015, UICN 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Desde el punto de vista biológico, la bahía de Banderas está considerada como una región marina prioritaria (CONABIO *et al.* 2007). En esta bahía existe una riqueza biológica excepcional de 18 especies (cuadro 1), que representa 42% nacional y 14% de las especies de mamíferos marinos a nivel mundial (Pompa 2007).

En particular, la ballena jorobada encuentra las condiciones ideales para dar a luz a sus crías en esta bahía, y en otros dos sitios de agregación en el Pacífico mexicano (Calambokidis *et al.* 1996 y 1997, Baker *et al.* 1998, Medrano *et al.* 2007), convirtiéndola en un hábitat crítico para el ciclo de vida de la especie y le confiere a México la responsabilidad internacional de velar y procurar su conservación.

La ecología y comportamiento de las ballenas jorobadas y otros mamíferos que se distribuyen en la bahía han sido ampliamente estudiados desde principios de la década de los ochenta (Medrano *et al.* 1994, Úrban *et al.* 1999, Pompa 2007, Medrano *et al.* 2008, Medrano y Vázquez 2010, Medrano y Smith 2014). Se estima que actualmente la población de ballenas jorobadas que arriban durante el invierno es de aproximadamente 1 646 individuos, que representan 8.3% de la población total de ballenas jorobadas que se distribuyen en el Pacífico norte (>20 mil individuos) (Frisch-Jordán 2014).

La observación de ballenas con fines turísticos en la bahía también inició en la década de los ochenta. Investigadores del Grupo de Mastozoología Marina de la Universidad Nacional Autónoma de México motivaron a los pescadores para que prestaran este servicio turístico (Medrano y Vázquez 2010). En el año 1998 se registraron 72 mil turistas de observación de ballenas, generando una derrama económica estimada en 33 millones de dólares para ese año, y de 59 millones de dólares para el año 2006 (Chávez y De la Cueva 2009, Medrano y Vázquez 2010). En el año 2008, la actividad turística en la zona metropolitana de Puerto Vallarta incrementó alrededor de 4.9 millones de turistas, convirtiendo la observación de ballenas en el principal atractivo turístico de la zona (Ávila y Saad 1998, Guardado 2009, Huízar 2011, Cornejo *et al.* 2013, Cornejo y Chávez 2014a). En la actualidad, se estima que más de 100 empresas turísticas con alrededor de 150 embarcaciones prestan servicios turísticos a alrededor de 76 mil turistas anualmente (Ávila y Saad 1998, SEMARNAT y CONANP 2009, Cornejo *et al.* 2013, Cornejo y Chávez 2014a).

El desarrollo turístico en torno a la bahía de Banderas ha sido uno de los factores que ha impulsado el crecimiento demográfico y moldeado la dinámica poblacional en los tres municipios que convergen en dicha bahía. La población total de los tres municipios pasó de 59 434 habitantes en el año 1990, hasta 389 915 habitantes en el año 2010, quienes cambiaron de una actividad agropecuaria hacia una ocupación más ligada a los servicios y al turismo. La zona metropolitana de Puerto Vallarta concentra los mayores contingentes de población (379 886 habitantes) y en el resto de las localidades se observa una fragmentación y dispersión urbana (Márquez-González y Sánchez-Crispín 2007, INEGI 2010, Huízar 2011, Baños 2013, Fernández y Corréa 2016).

Amenazas sobre la bahía de Banderas y los mamíferos marinos

El incremento de la actividad humana en la región, y especialmente las actividades ligadas al turismo, han tenido impactos negativos significativos que amenazan al medio natural y a los mamíferos marinos de la bahía a diferentes escalas.

En una escala global, la industria turística de observación de mamíferos en la bahía contribuye significativamente al calentamiento del planeta, principalmente por efecto de la movilidad de los 76 mil turistas (81.6% extranjeros y 18.4% nacionales) que llegan anualmente (ocho de cada 10 turistas arriba por vía aérea). Se estima que las emisiones anuales de gases de efecto invernadero (GEI) en torno a esta actividad asciende a 146 680 t/CO_2, un promedio de 1.93 t/CO_2 por turista, sobrepasando la producción promedio de GEI en

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

un viaje turístico mundial donde se estima una producción de 0.25 t/CO^2 (Cornejo y Chávez 2014b).

Se estima que la huella ecológica turística de esta actividad en la bahía de Banderas es de 26 250 ha al año, sin tomar en cuenta los impactos por la actividad agropecuaria y forestal en la región costera (Cornejo y Chávez 2014b). Esto significa que anualmente se requiere de una superficie aproximada equivalente a 31 818 campos de fútbol de espacio terrestre y marino productivo, para producir todos los recursos y los bienes que se consumen con la observación de mamíferos en la bahía (SEMARNAT 2013).

Por otro lado, a escala regional, el cambio de uso de suelo se ha intensificado como resultado de la expansión de la actividad turística en la zona. Para el caso del municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, entre el año 1976 y el año 2000 se transformaron alrededor de 6 088 ha (253 ha al año en promedio) de vegetación natural (Márquez 2008).

De igual forma, los humedales costeros de la bahía (El Salado, Boca Negra-Boca Tomates, y El Quelele) están siendo fragmentados e impactados negativamente como consecuencia del cambio de uso de suelo ligado al desarrollo turístico. El agua de los esteros está contaminada por sólidos en suspensión, vertimiento de aguas negras y residuos peligrosos, así como agroquímicos provenientes de las zonas agrícolas circundantes y de los campos de golf de los grandes hoteles. Tan solo de la porción del estado de Jalisco se aportan alrededor de 13 000 L/s de aguas residuales a la bahía (Rodríguez-Padilla 2001, Cortés-Lara 2003, Romero *et al.* 2013). La contaminación del agua de los humedales costeros tiene efectos negativos en la vida marina de la bahía (Ceballos *et al.* 2011) y sobre la sociedad que ahí desarrolla sus actividades.

Además de la intensa actividad turística en la bahía, existe también una intensa actividad pesquera y de tráfico naviero; se estima que 235 cruceros transitan anualmente y alrededor de mil embarcaciones durante la temporada en que se registra la presencia de ballenas (Chávez y de la Cueva 2009, Cornejo y Chávez 2014a).

En esta bahía se practica la pesca artesanal, conformada por más de 10 organizaciones de pescadores (sociedades cooperativas y uniones), así como la pesca comercial del tiburón y la pesca deportiva, ambas con incidencia en la zona (Sánchez 2000, Moncayo-Estrada *et al.* 2006, Zárate y Ulloa 2011). De acuerdo con el anuario

Figura 2. Aleta caudal de una ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Es probable que la propela de una embarcación sea responsable de la falta del lóbulo izquierdo de esta aleta. Este tipo de casos son reportados con frecuencia en zonas con alta incidencia de embarcaciones. Foto: Sandra Pompa Mansilla.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

estadístico de pesca (CONAPESCA 2014), en los estados de Jalisco y Nayarit se capturaron cerca de 19 millones de kg de productos pesqueros en el año 2014.

Tal intensidad pesquera y de tráfico naviero, además de tener consecuencias sobre la disponibilidad de productos pesqueros, constituye una de las principales amenazas para los mamíferos que llegan a tener colisiones con embarcaciones para este fin (figura 2) o quedan enmallados en las redes de pesca (DeMaster *et al.* 2001, Reeves *et al.* 2013, Cornejo y Chávez 2014a, b). Se estima que las ballenas jorobadas, en su paso por México, tienen más de 40% de probabilidad de sufrir lesiones severas en su vida derivadas del enmallamiento en redes de pesca (Calambokidis 2010).

Los impactos negativos del turismo sin control han sido documentados desde la década de los setenta (Au y Green 2000), y en bahía de Banderas, desde el año 2000 debido a la alta intensidad de observación turística de ballenas, aunado a que los prestadores de servicios turísticos, en su mayoría, carecen de capacitación para interactuar con estos mamíferos (Rodríguez-Vázquez 2000). En el año 2000 se expidieron 69 permisos para observación de ballenas con fines turísticos por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y para la temporada 2008-2009, más de 100 empresas ofrecieron servicios de avistamiento de ballenas con alrededor de 200 permisos expedidos por la SEMARNAT (Chávez y De la Cueva 2009, Frish-Jordán 2009).

Particularmente, en la bahía de Banderas existen evidencias que apuntan a que los sitios de distribución de las madres y crías de ballenas jorobadas se han visto modificados por el creciente turismo de avistamiento de ballenas (figura 3). La presión que ejercen las embarcaciones sobre las madres con cría, con afluencias de hasta 14 embarcaciones simultaneas transportando más de 600 turistas (Medrano y Vázquez 2010), ha provocado que las ballenas jorobadas se desplacen de sus sitios óptimos de crianza, haciéndolas más vulnerables a los ataques de las orcas (*Orcinus orca*) (Salazar-Bernal 2005).

Situación y estado de conservación

Las ballenas jorobadas son consideradas como una especie prioritaria en México (SEMARNAT 2000, SEMARNAT y CONANP 2009). De acuerdo a los artículos 70, 72 al 75, 78 y 79 del reglamento interior de la SEMARNAT (2012), corresponde a la

Figura 3. Madre de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) con cría a escasos 50 m de la costa de Puerto Vallarta. Dado que las hembras buscan aguas poco profundas para dar a luz y cuidar de sus crías los primeros días de vida, éstas tienden a acercarse a la línea de costa, lo que las hace vulnerables a la presencia de más de dos embarcaciones (límite establecido en la NOM-131-SEMARNAT-2010). Foto: Sandra Pompa Mansilla.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

CONANP la responsabilidad de dirigir y coordinar la política pública encaminada a la conservación de especies prioritarias, en este caso específico para la ballena jorobada.

Por ello la CONANP cuenta con un Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), que incluyen específicamente a la ballena jorobada, con el que se han apoyado los esfuerzos de la Red de Atención a Ballenas Enmalladas (RABEN), y para el monitoreo de las poblaciones de ballenas (Frisch-Jordán 2009, SEMARNAT y CONANP 2009). Acciones que son por demás necesarias, pero que a la vez resultan insuficientes para la magnitud de las circunstancias que mantienen en riesgo la conservación de las ballenas jorobadas y su hábitat en la bahía.

Por otra parte, la CONANP comparte la responsabilidad de conservar el hábitat y poblaciones de ballenas jorobadas en la bahía con otras instituciones del sector ambiental como el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), para las labores de investigación, monitoreo y la difusión ambiental; así como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), para procurar y fomentar la vigilancia y protección ambiental (SEMARNAT 2012). Sin embargo, la PROFEPA cuenta con embarcaciones y personal insuficientes para vigilar y procurar la justicia ambiental en la bahía (Chávez y De la Cueva 2009).

Otras secretarías de estado comparten dicha responsabilidad con la CONANP, como es el caso de la Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR) responsable de proteger los recursos marítimos (SEMAR 2002), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT 2004) responsable del ordenamiento del tráfico náutico, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), y la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) responsables del ordenamiento y conservación pesquera (SAGARPA 2012).

A pesar de lo anterior, estas dependencias, los gobiernos locales y la sociedad, no han sido capaces de coordinarse para planear y unir esfuerzos en torno a la conservación de la bahía y particularmente de la ballena jorobada (Chávez y De la Cueva 2009).

Propuesta de manejo para la conservación de ballenas jorobadas en la bahía de Banderas

Resolver la problemática aquí descrita es un reto de múltiples dimensiones que no se resolverá solo con la aplicación de la NOM-131-SEMARNAT-2010, que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas (SEMARNAT 2011b). No obstante, México cuenta con un marco jurídico y una estructura institucional diseñada para atender la conservación y manejo de especies prioritarias, como es el caso de la ballena jorobada.

Se requiere que la CONANP asuma el liderazgo para afrontar este reto y coordinar los esfuerzos de las distintas instituciones del estado, involucrando a la sociedad local, y definiendo un programa de trabajo interinstitucional a largo plazo para el manejo de las amenazas sobre las ballenas jorobadas y su hábitat en la bahía. En dicho programa, se deberá definir claramente las metas, indicadores y acciones conjuntas, así como las responsabilidades para cada institución y actor clave.

Por otro lado, el marco jurídico mexicano brinda distintas opciones para delimitar el territorio de la bahía de Banderas para su manejo y administración efectiva. Para ello es importante tener en cuenta que la bahía es un sitio prioritario para la reproducción y crianza de la ballena jorobada, siendo ésta una especie prioritaria, y considerando también la gran dependencia económica en torno al turismo en la bahía, especialmente el de observación de ballenas, los cuales son ampliamente descritos en este trabajo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Además, existe la opción del ordenamiento ecológico del territorio, tanto en la porción costera como en la porción marina (SEDUE 1988, SEMARNAT 2003, Sánchez *et al.* 2013). También, en la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) se contempla la figura del hábitat crítico, con el que una porción del territorio es designado para su manejo y protección especial. Además, la citada ley incluye la posibilidad de reconocer la bahía como un área de refugio para proteger especies acuáticas, en este caso las ballenas jorobadas, para conservar y contribuir, a través de medidas de manejo y conservación de las ballenas y para conservar y proteger sus hábitats (SEMARNAT 2000).

Para el caso específico de la bahía de Banderas, se considera que la manera más efectiva de administración territorial para la conservación del hábitat y las poblaciones de ballena jorobada, sería la declaratoria de un área marina protegida de carácter federal dentro de la categoría de área de protección de flora y fauna (APFF). Lo anterior, debido a que el sitio cuenta con los atributos para ser considerada una área natural protegida de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y para la Protección del Ambiente, ampliamente descritos en este trabajo (SEDUE 1988).

De esta manera la CONANP, como responsable a nivel nacional en la atención de las especies prioritarias, tendría un territorio específico delimitado y zonificado para administrar, ya que el actual decreto del Parque Nacional Islas Marietas y su programa de manejo, limitan parcialmente a los funcionarios de la CONANP para ejercer autoridad en la bahía, restringiendo su ámbito de acción a la circunscripción territorial que determina el decreto del parque (1 383 ha) (SEDUE 1988, SEMARNAT 2005, 2011a).

Este tipo de categoría (APFF) considera no solo acciones para la preservación y conservación de ecosistemas, sino que también tiene en cuenta el uso y aprovechamiento de los recursos naturales para las comunidades que ahí se desarrollan. Por lo que se puede hacer compatible el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales de la bahía, bajo esquemas de gobernanza participativa (SEDUE 1988).

Resulta crítico considerar que la declaratoria de un área natural protegida toma varios años y las amenazas sobre las ballenas y su hábitat en esta bahía requieren atención inmediata. Por ello se requiere favorecer el grado de comprensión y entendimiento del fenómeno de la ballena jorobada, su importancia (ecológica y económica) y sus amenazas, para motivar cambios de actitud en la sociedad a favor de la conservación de las ballenas y su hábitat. Esto debe suceder no solo cuando los operadores turísticos reciben sus permisos para prestar servicios de observación de ballenas, sino con mayor constancia e intensidad, ampliando la participación de otros públicos clave en las poblaciones humanas aledañas a la bahía, y con los turistas.

Finalmente, se requiere de manera prioritaria tomar medidas para fortalecer las capacidades y equipamiento de las instituciones con responsabilidad en la conservación y manejo del hábitat y las poblaciones de ballenas en la bahía, dotándolos del equipo y personal necesarios para cumplir su labor. Asimismo, se debe favorecer e impulsar la profesionalización del personal para asumir los retos que tales responsabilidades implican.

Los mamíferos marinos han proporcionado esta valiosa información como los principales voceros del hábitat de los que forman parte. El resultado de aprovechar esta información para actuar en consecuencia será determinante para el futuro. La urgencia con la que se actúe será factor decisivo. De esta manera se podrían tomar medidas preventivas que eviten y contrarrestan los efectos negativos antes mencionados, a la vez que se incide de manera positiva sobre la conservación y protección de los ecosistemas marinos y costeros de esta bahía.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Agardy, T. 1999. Global trends in marine protected areas. En: *Trends and future challenges for U.S. National Ocean and coastal policy*. B. Cicin-Sain, R.W. Knecht y N. Foster (eds.) NOAA, pp. 51-56.

—. 2000. Information needs for marine protected areas: scientific and societal. *Bulletin of Marine Science* 66(3):875-888.

Au, W. y M. Green. 2000. Acoustic interaction of humpback whales and whale-watching boats. *Marine Environmental Research* 49(5):469-481.

Ávila, S. y L. Saad. 1998. Valuación de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) y la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en México. En: *Aspectos económicos sobre la biodiversidad de México*. CONABIO/INE, México, pp. 123-144.

Baños, J.A. 2013. Consideraciones sobre la gestión metropolitana en México: acercamiento al caso de la bahía de Banderas. *Trace* 64:69-87.

Baker, C.S., L. Medrano-González, J. Calambokidis, *et al.* 1998. Population structure of nuclear and mitochondrial DNA variation among humpback whales in the North Pacific. *Molecular Ecology* 7(6):695-707.

Block, B.A., I.D. Jonsen, S.J. Jorgensen, *et al.* 2011. Tracking apex marine predator movements in a dynamic ocean. *Nature* 475(7354):86-90.

Calambokidis, J. 2010. Symposium on the results of the SPLASH humpback whale study. Cascadia Research.

Calambokidis, J., G.H. Steiger, J.M. Straley, *et al.* 1997. Abundance and population structure of humpback whales in the North Pacific basin. Southwest Fisheries Science Center. Final Contract Report 50ABNF500113.

Calambokidis, J., G.H. Steiger, J.R. Evenson, *et al.* 1996. Interchange and isolation of humpback whales off California and other North Pacific feeding grounds. *Marine Mammal Science* 12:215-226.

Ceballos, L.A., B.A. V. Palacios y C.R.R. Rodríguez. 2011. Los impactos medioambientales del turismo en Bahía de Banderas. En: *Sociedad, naturaleza y turismo.* S. Maris Arnaiz y C. Virgen (eds.). Universidad de Guadalajara, Guadalajara, pp. 253-272.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México* (Vol. 986). Fondo de Cultura Económica, México.

Chávez, R. y H. De la Cueva. 2009. Sustentabilidad y regulación de la observación de ballenas en México. *Revista Legislativa de Estudios Sociales y de Opinión Pública* 2(4):231-262.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2015. Apéndices I, II y III. Secretaría de la CITES. En: <*https://www.cites.org/esp/app/appendices.php*>, última consulta: 29 de marzo de 2016.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. Regiones marinas prioritarias. Escala 1:4 000 000. CONABIO, México.

CONABIO, CONANP, TNC y PRONATURA. 2007. *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas/The Nature Conservancy/Programa México, Pronatura A.C., México.

CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2014. Anuario estadístico de acuacultura y pesca. En: <*http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_anuario_estadistico_de_pesca*>, última consulta: 29 de marzo de 2016.

Cornejo, J.L., y R.S. Chávez. 2014a. Implicaciones en la observación de la ballena jorobada. En: *Temas sobre investigaciones costeras.* J. Cifuentes y F. Cupul (coord.). Universidad de Guadalajara, México, pp. 143-171.

Cornejo, J.L. y R.M. Chávez. 2014b. La huella de carbono de la observación de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en las Islas Marietas, Nayarit, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 30(1):121-130.

Cornejo, J.L., R.M. Cháves y B. Massam. 2013. Sustainable tourism: whale watching footprint in the bahía de Banderas, México. *Journal of Coastal Research* 29(6):1445-1451.

Cortés-Lara, M. 2003. Importancia de los coliformes fecales como indicadores de contaminación en la franja litoral de bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. *Revista Biomédica* 14:121-123.

DeMaster, D.P., C. W. Fowler, S.L. Perry y M.F. Richlen. 2001. Predation and competition: the impact of fisheries on marine-mammal populations over the next one hundred years. *Journal of Mammalogy* 82(3):641-651.

Fernández, C. y J.M.E. Correa. 2016. Percepción de la transformación de un paisaje agrícola a paisaje turístico: caso región del Valle de Banderas, municipio de Bahía de Banderas, Nayarit. *Sincronía* 10(69):1-19.

Frisch-Jordán, A. 2009. La ballena jorobada y la observación de ballenas en bahía de Banderas. *Biodiversitas* 86:1-6.

—. 2014. Siguiendo a las ballenas jorobadas: catálogo de foto identificación FIBB. En: *Temas sobre investigaciones costeras.* J. Cifuentes y F. Cupul (coord.). Universidad de Guadalajara, México, pp. 172-189.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Guardado, G.M. 2009. Turismo, globalización y desarrollo local: Puerto Vallarta y los retos del porvenir. *Estudios Demográficos y Urbanos* 24:219-247.

Hyrenbach, K.D., K.A. Forney y P.K. Dayton. 2000. Marine protected areas and ocean basin management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 10(6):437-458.

Hooker, S. y L.R. Gerber. 2004 Marine reserves as a tool for ecosystem-based management: the potential importance of megafauna. *Bioscience* 54:27–39.

Hoyt, E. y C. Parsons. 2014. The whale-watching industry. En: *Whale-watching: sustainable tourism and ecological management*. J. Higham, L. Bejder y R. Williams (eds.). Cambridge University Press, Reino Unido, pp. 57-70.

Huízar, M.A. 2011. Desarrollo y turismo en la región de bahía de Banderas. *Relaciones Internacionales* I(I):58-71.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Censo de población y vivienda 2010. México.

Jones, P.J.S. 1994. A review and analysis of the objectives of marine nature reserves. *Ocean & Coastal Management* 24:149–178.

Kar, T. K., y K. S. Chaudhuri. 2003. Regulation of a prey-predator fishery by taxation: a dynamic reaction model. *Journal of Biological Systems* 11(2):173-187.

Kaschner, K., D.P. Tittensor, J. Ready, *et al.* 2011. Current and future patterns of global marine mammal biodiversity. *PLoS One* 6(5):e19653.

Lück, M. 2015. Education on marine mammal tours–But what do tourists want to learn? *Ocean & Coastal Management* 103:25-33.

Lugo-Hubp, J. y C.C. Fernández-Arteaga. 1990. Geomorfología marina. Obtenido de Geomorfología 1. IV.3.3., Atlas Nacional de México, Vol. II, escala 1:4 000 000, Instituto de Geografía-UNAM, México.

Márquez, A.R. 2008. Cambio de uso de suelo y el desarrollo turístico en bahía de Banderas. *Ciencia UANL* 11(2):161-167.

Márquez-González, A.R. y A. Sánchez-Crispín. 2007. Turismo y ambiente: la percepción de los turistas nacionales en bahía de Banderas, Nayarit, México. *Investigaciones Geográficas* (64):134-152.

Medrano, L. y S. Smith. 2014. Patrones espacio-temporales del canto de las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano. *Quehacer Científico en Chiapas* 9(2):3-16.

Medrano, L. y M.J. Vázquez. 2010. Observación de mamíferos marinos en la bahía de Banderas. Reporte de trabajo. Facultad de Ciencias-UNAM-INECC, México.

Medrano, L., M.J. Vázquez, V.E Rivera, *et al.* 2008. Distribución, abundancia y reproducción de la ballena jorobada en la bahía de Banderas y aguas circundantes: análisis orientado a un manejo sustentable. II. Cambios en la distribución y la abundancia absoluta. Reporte al Instituto Nacional de Ecología, México.

Medrano, L., E. Peters, M.J. Vázquez e H. Rosales. 2007. Los mamíferos marinos ante el cambio ambiental en el Pacífico tropical mexicano. *Biodiversitas* 75:1-8.

Medrano, L., M. Salinas, I. Salas, *et al.* 1994. Sex identification of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, on the wintering grounds of the Mexican Pacific Ocean. *Canadian Journal of Zoology* 72:1771-1774.

Moncayo-Estrada, R., J.L. Castro-Aguirre y J. De La Cruz Agüero. 2006. Lista sistemática de la ictiofauna de bahía de Banderas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77(1):67-80.

Múzquiz, L. 2014. *Relación de variables oceanográficas con la riqueza de mamíferos marinos de México y sus implicaciones para la conservación.* Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Pompa, S. 2007. *Distribución y abundancia de los géneros Kogia y Steno en la bahía de Banderas y aguas adyacentes.* Tesis de maestría. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Pompa, S., P.R. Ehrlich y G. Ceballos. 2011. Global distribution and conservation of marine mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(33):13600-13605.

Reeves, R.R., K. McClellany y T.B. Werner. 2013. Marine mammal bycatch in gillnet and other entangling net fisheries, 1990 to 2011. *Endangered Species Research* 20(1):71-97.

Rice, D.W. 1998. *Marine mammals of the world: systematics and distribution (No. 4).* Society for Marine Mammalogy, Estados Unidos.

Rodríguez-Padilla, J.J. 2001. Situación del tratamiento de aguas residuales municipales en el estado de Jalisco. *Renglones* 49:76-84.

Rodríguez-Vázquez, M.E. 2000. *Potencial turístico e impacto de la observación de ballena jorobada (Megaptera novaeangliae) en bahía de Banderas, México.* Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Roman, J., J.A Estes, L. Morissette, *et al.* 2014. Whales as marine ecosystem engineers. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12(7):377-385.

Romero, C., L.F González y C. Navarro. 2013. Diagnóstico ambiental y valoración de los recursos para fines turísticos de los ecosistemas de manglar en la bahía de Banderas, México. *Turismo y Desarrollo Local* 6(14):20.

Ruiz, M.G., J. Urbán y L. Rojas. 2006. *Las ballenas del golfo de California.* INE, México.

Salazar-Bernal, E. C. 2005. *Ocurrencia de orcas (Orcinus orca) y de sus ataques a ballenas jorobadas (Megaptera novaeangliae) en la bahía de Banderas, México.* Tesis profesional. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Salinas, M., y P. Ladrón de Guevara. 1993. Riqueza y Diversidad de los mamíferos marinos. *Ciencias* 7:85–93.

Sánchez, S. 2000. Ictiofauna de la bahía de Banderas Nayarit, Jalisco y zonas adyacentes, México. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L 156 SEMARNAT/INAPESCA, México.

Sánchez, M.T., G. Bocco, y J.M. Casado. 2013. *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica.* Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental-UNAM/INECC/Instituto de Geografía-UNAM, México.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2012. Reglamento Interior de la SAGARPA. Publicado el 10 de julio de 2001 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 25 de abril de 2012.

SCT. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 2004. Reglamento de Turismo Náutico. Publicado el 1 de octubre de 2004 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

SEMAR. Secretaría de Marina. 2002. Ley Orgánica de la Armada de México. Publicada el 30 de diciembre de 2002 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 31 de diciembre de 2012.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

—. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico. Publicado el 8 de agosto de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014.

—. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005. Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de parque nacional, la región conocida como Islas Marietas, de jurisdicción federal, incluyendo la zona marina que la circunda, localizada en la Bahía de Banderas, frente a las costas del municipio del mismo nombre en el Estado de Nayarit, con una superficie total de 1,383-01-96.95 hectáreas. Publicado el 25 de abril de 2005 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2011a. Acuerdo por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Parque Nacional Islas Marietas. Publicado el 25 de febrero de 2011 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2011b. Norma Oficial Mexicana NOM-131-SEMARNAT-010. Publicada el 17 de octubre de 2011 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Decreto por el que se expide el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Publicada el 26 de noviembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Huella ecológica, datos y rostros. SEMARNAT, México.

SEMARNAT y CONANP. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2009. Programa de Acción para la Conservación de Especies: Ballena jorboada (*Megaptera novaeangliae*). SEMARNAT/CONANP, México.

Torres, A., C. Esquivel y G. Ceballos. 1995. Diversidad y conservación de los mamíferos marinos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 1:22–43.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.4. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 29 de marzo de 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Urbán, J., C. Alvarez, M. Salinas, *et al.* 1999. Population size of humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in waters off the Pacific coast of Mexico. *Fishery Bulletin* 97(4):1017-1024.

Zárate, E. y P. Ulloa. 2011. Boletín mensual No. 2 del Centro Regional de Investigación Pesquera bahía de Banderas. INAPESCA, México

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las colecciones zoológicas

José Luis Navarrete Heredia, Sergio Guerrero Vázquez, Edith García Real y Luis Eugenio Rivera Cervantes

Introducción

Las colecciones biológicas desempeñan una función decisiva en el estudio de la biodiversidad al preservar especímenes que sirven como sustento para una variedad de estudios que van desde la investigación básica, hasta su aplicación en estrategias de uso y conservación de recursos naturales, además de su papel fundamental en actividades ligadas a la difusión y educación. En general, las colecciones biológicas se han dividido en dos grandes grupos: colecciones zoológicas y herbarios.

En Jalisco existen colecciones zoológicas en tres instituciones: Universidad de Guadalajara (CUCBA y CUCSUR), Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG) y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (Estación de Biología, Chamela).

Colección Entomológica, Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara

Fundada en 1995, tiene como objetivos conocer la entomofauna de la región y desarrollar trabajos taxonómicos y sistemáticos con diferentes grupos de insectos aunque, de manera particular, se tiene una mejor representación de coleópteros asociados a materia orgánica en descomposición e Hymenoptera (Apoidea y Formicidae). La colección se encuentra registrada ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como Colección Entomológica, clave: JAL. INV.109.0401 y está incluida en la lista de colecciones entomológicas a escala internacional, reconocida a través de las siglas CZUG (Evenhuis 2009).

La colección cuenta con más de 60 mil especímenes montados en alfiler o preservados en alcohol, lo que la ubica como una de las colecciones de referencia en la entidad. Entre sus acervos, se cuenta con 462 ejemplares tipo, que representan a insectos de los ordenes Coleoptera, Hymenoptera y Strepsiptera. Además, se cuenta con colecciones que han sido donadas en fechas recientes. La colección particular T. G. Zoebisch se encuentra en una sección especial, la cual cuenta con 3 790 ejemplares, de estos, 838 proceden del extranjero y 2 952 de México. Pertenecen a 31 familias de Coleoptera y 436 especies; la mayoría pertenecen a la familia Scarabaeidae (González-Hernández y Navarrete-Heredia 2011). En calidad de donación, también se ha recibido la Colección Raúl Muñiz Vélez, especializada en Curculionoidea; ésta se encuentra en proceso de curación y catalogación para incorporarla a la Colección Entomológica.

Parte del material (aproximadamente 25% de los especímenes montados en alfiler) se encuentra incorporado en bases de datos en Access® o en Biotica 4.3. Se cuenta con una biblioteca especializada, compuesta por libros, revistas y copias o sobretiros de trabajos principalmente taxonómicos. La información de los artículos está organizada en una base de datos elaborada en Access®. En 2011, el acervo de literatura se incrementó de manera importante por la donación de parte del acervo bibliográfico del M. en C. Raúl Muñiz Vélez.

Navarrete-Heredia, J.L., S. Guerrero, E. García-Real y L.E. Rivera-Cervantes. 2017. Las colecciones zoológicas. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II*. CONABIO. México, pp. 371-373.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Desde 1994 se publica *Dugesiana*, revista especializada en la cual se han publicado los hallazgos de investigación realizados por personal de la Colección Entomológica, así como de otros colegas nacionales y extranjeros. La revista puede consultarse gratuitamente en internet en la dirección ‹*http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/DUG/issue/archive*›. y es posible consultar información más detallada sobre la colección en Navarrete-Heredia y Guerrero-Vázquez (2005).

Colección de Vertebrados, Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara

La Colección de Vertebrados se fundó en los inicios de la entonces Facultad de Ciencias de la Universidad de Guadalajara, entre los años de 1987-1988. Los objetivos de la colección se pueden resumir en conocer los vertebrados del occidente de México y contribuir con el desarrollo de investigaciones relacionadas con taxonomía, sistemática, historia natural, biogeografía, ecología, entre otras materias; asimismo, apoyar la formación de recursos humanos y la educación ambiental.

Cuenta con un área de 30 m^2 en donde se mantienen las colecciones de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Los especímenes se encuentran depositados en gavetas y estantes para almacenamiento temporal, en tanto son preparados y determinados; finalmente, se incluyen en gavetas especiales para su inclusión definitiva a la colección.

La información de los especímenes se encuentra en bases de datos diseñadas especialmente para la colección y elaboradas en Access®. Adicionalmente, se cuenta con una biblioteca especializada en la cual la información de libros y tesis está en una base de datos.

La colección cuenta con un acervo de 1 458 registros, de los cuales 63% son peces, 10% anfibios, 16% reptiles y 23% mamíferos. En el caso de los peces, los órdenes con el mayor número de registros corresponden a Perciformes, Atheriniformes y Ciprinodontiformes; para anfibios los Anura son los que tienen la mayor cantidad; en reptiles, el órden Squamata tiene la mayor representatividad y, en mamíferos, las órdenes mejor representadas son Rodentia y Chiroptera. Los estados representados son Jalisco, Nayarit, Guanajuato, Nuevo León, Estado de México, Oaxaca y Zacatecas.

La colección se encuentra registrada ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como Colección de Vertebrados, clave: JAL.VER.110.0401. Información detallada para cada uno de los grupos de vertebrados de la colección puede consultarse en Navarrete-Heredia y Guerrero-Vázquez (2005).

Colección Entomológica, Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara

Creada a partir de 1986 con el proyecto Sierra de Manantlán, esta colección tiene como objetivos conocer la diversidad de la entomofauna y otros invertebrados presentes en los sistemas montañosos y valles intermontanos de las regiones Costa Norte, Costa Sur, Sur, Sierra de Amula y Sierra Occidental de Jalisco, así como de los estados limítrofes de Colima, Nayarit y Michoacán; desarrollar trabajos taxonómicos y sistemáticos con diferentes grupos de insectos y otros invertebrados (principalmente en Coleoptera: Scarabaeoidea); contribuir a formar nuevos profesionistas a través del préstamo o intercambio de ejemplares; apoyar actividades de divulgación a través de una colección itinerante, y colaborar en acciones de educación ambiental. A finales del 2015 la colección se encontraba en proceso de actualizar su registro ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como Colección Entomológica, y está incluida en la lista de colecciones entomológicas de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La colección entomológica cuenta con más de 85 mil especímenes (principalmente coleópteros) montados en alfiler o preservados en alcohol, por lo que se le considera una de las tres principales colecciones de referencia del estado. En el 2016 se tienen 85 especímenes tipo (holotipos y paratipos) depositados en gabinetes especiales. Desde 1998 se cuenta con un vehículo exclusivo donado por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, el cual ha permitido incrementar el conocimiento entomológico de las regiones anteriormente señaladas de Jalisco. Cuenta con apoyo anual por parte del CUCSUR para su mantenimiento, conservación y consolidación. Esta colección aumenta de forma anual a través de cuatro proyectos de investigación.

Referencias

Evenhuis, N.L. 2009. Abbreviations for insect and spider collections of the World. En: <*http://hbs.bishopmuseum.org/codens/codens-inst.html*>, última consulta: 23 de noviembre de 2015.

González-Hernández, A.L. y J.L. Navarrete-Heredia. 2011. Colección Tomás G. Zoebisch asociada al Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara. *Acta Zoológica Mexicana* (ns) 27(2):463-483.

Navarrete-Heredia, J.L. y S. Guerrero-Vázquez (eds). 2005. Colecciones zoológicas del Centro de Estudios en Zoología. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de caso

Colección entomológica de la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Guadalajara

Guillermo Nogueira Gómez

La colección entomológica consta de dos secciones. La primera tiene más de 35 años de haber dado inicio y su objetivo es servir como material de enseñanza para los alumnos que cursan la carrera de biología en la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG); está resguardada en el laboratorio de zoología de dicha escuela. Esta sección está conformada por alrededor de 5 mil organismos montados y etiquetados que provienen de diferentes localidades de México, y pertenecen a 15 órdenes; sin embargo, parte de la colección carece de arreglo taxonómico, mientras que otra parte está determinada en forma.

La segunda sección también está integrada por insectos que provienen de diferentes localidades de México y cuya incorporación a esta colección se realizó en el año 2005. Consta de más de 34 500 ejemplares colectados por el biólogo Guillermo Nogueira Gómez durante más de 30 años de exploración de campo. Esta colección está resguardada en el laboratorio de entomología de la Escuela de Biología. La mayoría de estos insectos pertenecen a los órdenes Coleoptera (escarabajos) y Lepidoptera (mariposas) aunque también incluye otros (cuadro 1).

Esta colección se ha trabajado con intensidad durante los últimos siete años y está a cargo del biólogo Guillermo Nogueira G., quien dirige los trabajos de preparación, montaje, etiquetado y determinación de los especímenes, y cuenta con la ayuda de estudiantes de la Escuela de Biología.

Cuadro 1. Órdenes de insectos depositados en la segunda sección de la colección entomológica de la Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara. Incluye la respectiva cantidad de ejemplares depositados de cada orden.

Orden	Nombre común	Cantidad de ejemplares
Coleoptera	Escarabajos	27 400
Lepidoptera	Mariposas y palomillas	6 700
Hemiptera	Chinches	280
Orthoptera	Chapulines, campamochas y grillos	210
Odonata	Libélulas, caballitos del diablo	56
Total		**34 646**

Fuente: información obtenida de la colección entomológica de la Escuela de Biología, UAG.

En el año 2012 están montados en cajas entomológicas cerca de 18 200 ejemplares, en su mayoría coleópteros. El resto de los organismos que integran la colección se encuentran en sobres de papel, en cartón, en celofán, en alcohol o congelados a la espera de su preparación para ser incorporados a cajas entomológicas y a la colección formal.

Los objetivos de esta colección son los siguientes: aportar conocimientos sobre la biodiversidad de México de la clase insecta dentro del territorio nacional en sus diferentes estadíos de desarrollo, así como su distribución geográfica y hábitat; servir de referencia para investigar y formar biólogos entomólogos; prestar servicios de

Nogueira-Gómez, G. 2017. Colección entomológica de la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Guadalajara. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II*. CONABIO. México, pp. 374-375.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

consulta a investigadores nacionales y extranjeros, y proporcionar la asesoría necesaria para determinar especies de insectos mexicanos representados en la colección.

Esta colección sirvió de base para la elaboración de los atlas de escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. I y Vol. II (Morón *et al.* 1997, Morón 2003).

Referencias

Morón, M.A., B.C. Rateliffe y C. Deloya. 1997. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. I, Familia Melolonthidae. Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. México.

Morón, M.A. 2003. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. II, Familia Scarabacidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania Editio S.C.P., Barcelona.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sección XII

Diversidad genética

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Jessica Valero Padilla, Flor Paulina Rodríguez Reynaga y Andrea Cruz Angón

Cada organismo posee información genética única que le permite interactuar y adaptarse a las condiciones cambiantes de su entorno. Se conoce como diversidad genética a las variaciones heredables que ocurren en cada individuo de una población y entre las poblaciones de una especie, mismas que les permiten desarrollarse y hacer frente a las condiciones del ambiente donde habitan.

En Jalisco se han hecho algunos estudios genéticos de especies cultivadas de importancia económica, como maíz (*Zea mays*), frijol común (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita* spp.), tomate verde o de cáscara (*Physalis philadelphica*), ciruela (*Spondias purpurea*) y agave (*Agave* spp.). En el caso de las primeras cinco menciones existe gran variabilidad de genes debido a que provienen de sistemas de agricultura tradicional y tienen contacto con los parientes silvestres, lo que da lugar a diferentes razas, variedades y poblaciones. En el caso del agave, con el cual se produce el tequila, se reporta un bajo nivel de variabilidad genética, ya que su establecimiento es mediante clones o hijuelos de la misma planta.

Respecto a estudios de especies silvestres, sólo se cuenta con los de la bromelia epífita *Aechmea tuitensis*, la leguminosa *Desmodium sumichrastii* y el agave silvestre *Agave angustifolia*. A pesar de que Jalisco se caracteriza por su riqueza florística (aproximadamente 6 000 especies de plantas), sólo se ha estudiado la diversidad genética de 0.025% de especies. Esto demuestra que es necesario investigar más acerca de plantas, hongos, microorganismos y en particular de animales, debido a la carencia de datos genéticos de este grupo. Se deben identificar prioridades de investigación en especies silvestres y cultivadas, especialmente de las endémicas, poco comunes, de interés para la ciencia o las que tienen importancia de uso económico o cultural para los pobladores del estado, ya que pueden ser promovidas y aprovechadas de manera sustentable.

Se destaca también que los agroecosistemas tradicionales, como milpas, sistemas agropastoriles y huertos tradicionales, son reservorios de diversidad genética debido a que albergan diferentes especies y variedades. Son casos similares al de las áreas naturales protegidas, por lo que es importante promover estos tipos de sistema de cultivo y llevar a cabo acciones de manejo y conservación.

Valero-Padilla, J., F.P. Rodríguez-Reynaga y A. Cruz-Angón. 2017. Resumen ejecutivo. Diversidad genética. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 379.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudios de diversidad genética en plantas

Ofelia Vargas Ponce

Introducción

El concepto *diversidad* está íntimamente relacionado con la existencia de polimorfismo, lo que implica que ocurren variaciones en un conjunto de muestras ubicadas en los individuos, poblaciones, especies y comunidades. La variación en individuos puede comprobarse con sólo observar las diferencias morfológicas que existen en un grupo de la misma especie. De igual manera, estas variantes polimórficas pueden ser identificadas en diferentes niveles genéticos: alelos (copias diferentes de un gen), genotipos (dos alelos de un gen o alelos de múltiples genes), secuencias (cambios en los nucleótidos o información genética) de regiones del genoma de los individuos o hasta el genoma completo. Esto es posible debido a que cada individuo posee información genética propia y única que le permite interactuar con su entorno abiótico (factores físicos) y biótico (otros organismos). Por ello cada ser puede expresar variación gracias a esa interacción genética-ecológica. En sentido amplio, la diversidad genética puede definirse como las variaciones heredables que ocurren en cada organismo, entre los individuos de una población y entre las poblaciones de una especie (Hartl y Clark 1997, Piñero *et al.* 2008).

La variación genética puede ser estimada al utilizar rasgos morfológicos o genéticos. De manera tradicional los métodos clásicos para estimar la diversidad genética o relaciones de similitud entre grupos biológicos, como las plantas, han descansado sobre caracteres morfológicos. Estos marcadores permiten un muestreo taxonómico cuidadoso de gran importancia para las revisiones sistemáticas, estudios de evolución de caracteres y valoración filogenética; sin embargo, pueden tener una influencia ambiental. Para registrar la heredabilidad de un rasgo sin el efecto del ambiente se requieren estudios cuidadosos de carácter morfológico, costosos en tiempo y dinero (Hartl y Clark 1997, Hidalgo 1998). Para evitar este problema y estudiar la variación genética, desde los años sesenta se han desarrollado metodologías basadas en la generación de marcadores moleculares (secuencia de ADN que puede ser detectada y su herencia puede ser monitoreada) y en el análisis a través de la genética de poblaciones. La información que origina es muy útil para estimar la diversidad presente en los individuos de una o varias poblaciones de interés, así como para saber cómo se distribuye esta variación entre las distintas poblaciones; es decir, qué tan diferentes son en términos genéticos. Conocer esta diversidad y su distribución también permite hacer propuestas de conservación y entender la condición de salud de las poblaciones en términos de sus valores de diversidad (Freeland 2005).

Ford y Painting (1996) y Hartl y Clark (1997), indican que los estimadores de polimorfismo genético más utilizados son:

1. Número de *loci* polimórficos (plural de *locus* = sitio particular del genoma)
2. Riqueza alélica o número de alelos (las diferentes formas de un gen), sean comunes, únicos o raros
3. Índices de diversidad, como el de heterocigosidad esperada (H_E), es decir, un individuo heterocigo porta en sus *locus* dos alelos diferentes de un gen. Este estimador es cuantificado de 0 a 1 (0 indica ausencia de variación y 1 significa

Vargas-Ponce, O. 2017. Estudios de diversidad genética en plantas. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. VOL. II.* CONABIO. México, pp. 381-387.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

100% de variación genética), valores menores a 0.1 dejan ver la baja diversidad y erosión genética, los que están por encima de 0.2 son moderados, y más de 0.3 son altos.

Estudios en México

Piñero y colaboradores (2008) hacen un recuento de los estudios de diversidad genética en México. Mencionan 77 trabajos en los que se evalúa la variación genética de 97 especies de plantas mexicanas de las casi 23 mil que habitan en el país. Incluyen a 26 pináceas, nueve encinos, cinco epífitas, dos burseras, 15 cactáceas, 20 agaves, siete cícadas, una chía, dos frijoles, un maíz, tres chiles, tres calabacitas, una ciruela, un aguacate y un algodón. Recientemente, se ha incrementado la cantidad de especies estudiadas y de trabajos, pero aún es muy bajo. Igual que en otras partes del mundo, estos estudios acerca de diversidad genética se han enfocado, en su mayoría, a conocer la variación en las poblaciones de especies cultivadas o manejadas por el ser humano (alimento) y dentro de las poblaciones silvestres emparentadas con las cultivadas. En menor proporción se han hecho estudios para determinar aspectos de variabilidad genética de las especies silvestres que no tienen un uso particular o productivo para el ser humano, pero sí forman parte importante del componente biológico. En general, los resultados indican altos niveles de diversidad para la mayoría de las especies mexicanas estudiadas (Piñero *et al.* 2008).

Estudios en Jalisco

Los estudios que evalúan la diversidad genética de las plantas de Jalisco son escasos. La mayoría se ha centrado en especies cultivadas con importancia económica, como el maíz (*Zea mays*), el frijol común (*Phaseolus vulgaris*), la calabaza (*Cucurbita* spp.), los agaves (*Agave* spp.) y la ciruela *(Spondias purpurea)*, las cuales son originarias de la región o se han diversificado por procesos naturales o por domesticación. La domesticación es un proceso evolutivo mediado por el ser humano, quien, a través de selección y cultivo recurrente, participa en la generación de variantes locales o nativas que se distinguen en morfología y constitución genética. Los niveles de diversidad registrados en estos estudios son altos para algunas especies y bajos en otras. En algunos casos, es posible correlacionarlos con el grado de manejo y la tecnificación del cultivo; por ejemplo, se conoce alta variabilidad genética en las plantas cultivadas en sistemas de agricultura tradicional que mantienen contacto con los parientes silvestres, como maíz, calabaza, frijol, tomate de cáscara, ciruela y agaves mezcaleros (Sánchez *et al.* 2000, Montes y Eguiarte 2002, Fukunaga *et al.* 2005, Miller y Schaal 2006, Vigouroux *et al.* 2008, Vargas *et al.* 2009). También se mencionan bajos niveles de diversidad en los cultivos extensivos, monovarietales, tecnificados, que se establecen a través de clones o hijuelos que son producto de la propagación vegetativa, como el *Agave tequilana* que se utiliza para preparar tequila (Vargas *et al.* 2009).

Maíz (*Zea mays*)

El occidente de México, incluido Jalisco, es señalado como la probable cuna de origen del maíz. Los ancestros del maíz (*Z. mays* subsp. *parviglumis*) y las poblaciones silvestres del maíz perenne (*Z. diploperennis*) emparentadas con el maíz cultivado coexisten con sus formas domesticadas (*Z. mays* subsp. *mays*) en la sierra de Manantlán. Por ello se ha evaluado su diversidad genética al utilizar diferentes marcadores moleculares (isoenzimas, microstélites) en varias especies cultivadas de *Zea*, y en sus parientes silvestres (Fukunaga *et al.* 2005, Rincón *et al.* 2005), así como en diferentes razas (Sánchez *et al.* 2000, Vigouroux *et al.* 2008). A partir de estos estudios, se informa de altos niveles de variación (valores de H_E entre 0.33 y 0.50, y de diversidad genética H entre 0.65 y 0.89).

Estudios recientes de maíz han documentado que en el estado se mantienen 11 razas de maíces nativos y dos líneas de nueva generación de híbridos mejorados (Ron-Parra *et al.* 2006). En la región Huichola se cuentan cinco variantes nativas (morado, rojo, negro, blanco y amarillo), así como otras más que son resultado de la

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

hibridación entre las mismas (Sánchez-Martínez, com. pers.) En la sierra de Manantlán se registran 26 variantes, seis de ellas locales: blanco, chianquiahuitl, tabloncillo, perla, amarillo ancho y negro (Louette y Smale 2000).

Frijol común (*Phaseolus vulgaris*)

El frijol común (*P. vulgaris*) tiene un importante centro de domesticación en Jalisco, y sus ancestros silvestres (*P. vulgaris* subsp. *sylvestris*) han sobrevivido hasta el presente. Estos se dan en pequeñas poblaciones que crecen cerca de sus formas domesticadas en Mascota, entidad cercana a Guadalajara (Gepts 2000); así lo confirman diversos estudios (Kwak y Gepts 2009, Andueza-Noh *et al.* 2012). Castellanos y colaboradores (2011) indican que es alta la diversidad de 300 individuos silvestres, arvenses y cultivados del frijol común del occidente de México, con valores de 83% a 90% de *loci* polimórficos.

Calabaza (*Cucurbita* spp.)

En lo referente a la calabaza, se sabe que el género *Cucurbita* tiene su centro de origen y de diversidad genética en México. En Jalisco cohabitan dos especies cultivadas de calabazas (*C. argyrosperma* subsp. *argyrosperma* y *C. moschata*) y el tipo silveste (*C. argyrosperma* subsp. *sororia*). Las calabazas se encuentran como cultivo mixto con maíz dentro del sistema milpa y el tipo silvestre en las cercanías. Montes y Eguiarte (2002) evaluaron su diversidad genética con marcadores isoenzimáticos, ellos mencionan que las poblaciones de estas especies presentan hasta 96% de *loci* polimórficos y valores altos de heterocigosidad, mayores en *C. argyrosperma* subsp. *sororia* (H_E = 0.426), menor en *C. argyrosperma* subsp. *argyrosperma* (H_E = 0.391) e intermedio en *C. moschata* (H_E = 0.416).

Tomate verde o de cáscara (*Physalis philadelphica*)

Jalisco es uno de los principales estados productores de tomate de temporal del ciclo primavera-verano. Esta especie se siembra como monocultivo en los municipios Cuquío, Ixtlahuacán del Río y Zacoalco de Torres pero, al mismo tiempo, se encuentra como arvense o espontáneo dentro de la milpa, o silvestre en áreas naturales de la entidad. Por ello, Zamora y colaboradores (2010) evaluaron la diversidad genética en nueve poblaciones de *P. philadelphica*: tres cultivadas, tres arvenses y tres silvestres; encontraron valores de diversidad moderados a altos (H_E = 0.18-0.22 y H_E = 0.26 para las nueve poblaciones en conjunto) que corresponden con la biología de la especie y que no hay una aparente disminución de la diversidad en las poblaciones cultivadas, lo que puede explicarse por el intercambio de semilla que realizan los productores de la región.

Agave (*Agave* spp.)

De igual forma, para 20 cultivares tradicionales de agave utilizados para producir mezcal en el sur de Jalisco, se han referido altos niveles de diversidad genética (H_E = 0.20-0.35) (véase estudio de caso de este capítulo), en contraste con la baja diversidad referida para *A. tequilana* variedad azul (H_E = 0.08) (Vargas *et al.* 2009) que se le ha atribuido al cultivo extensivo y selectivo de una sola variante por más de 400 años.

Ciruela (*Spondias purpurea*)

En poblaciones de ciruela mexicana (*S. purpurea*) cultivada y propagada en forma vegetativa por esquejes de tallos o ramas se encontró que existe variación en los niveles de diversidad relacionados con diferentes grados de manejo. Se refieren valores altos de *loci* polimórficos desde 64% hasta 94%, y de diversidad genética moderada desde H_E = 0.14 hasta H_E = 0.19. La mayor variación se detectó en las ciruelas que se mantienen como cercos vivos en traspatio o linderos de parcelas, y que son establecidas con tallos de diferentes sitios (Miller y Schaal 2006). Estos valores de variación fueron iguales al observado en poblaciones silvestres.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Especies silvestres

En muy pocos casos el estudio, de la diversidad genética se extiende a las especies silvestres; tres de ellos reportan niveles considerables de variación genética. Izquierdo y Piñero (2000) encontraron una diversidad alta (63% de polimorfismo) en *Aechmea tuitensis,* una bromeliacea epífita, endémica, con propagación clonal y conocida de una sola población. Al parecer, se debe a que la población se fragmenta en varias subpoblaciones y a que no hay intercambio de individuos entre ellas. Reyes-Valdés y colaboradores (2009) señalan que la leguminosa *Desmodium sumichrastii* presenta alta variación con 90% de sus *loci* polimórficos. Por su parte, Vargas y colaboradores (2009) encontraron que las poblaciones silvestres de *Agave angustifolia* (Agavaceae) poseen altos niveles de diversidad genética con H_E entre 0.29 y 0.40. Esta especie está emparentada con los agaves utilizados para producir tequila y mezcal en Jalisco.

Importancia de los estudios genéticos

Los estudios de diversidad o evaluación del polimorfismo genético son elementales para la conservación y uso de la biodiversidad. Se pueden señalar tres funciones importantes de los polimorfismos para el manejo de germoplasma vegetal:

- Como medio de identificación taxonómico que permite reconocer y generar huellas genéticas o perfil molecular particular de una especie silvestre o cultivada en estudio, lo cual tiene un efecto directo en el registro y protección legal.
- Para detectar la erosión genética como una medida de disminución de la diversidad genética.
- Para estimar las relaciones de parentesco entre especies o variedades de interés.

En Jalisco se han generado marcadores moleculares para determinar el perfil molecular de algunas especies silvestres y cultivadas de tomate de cáscara (*Physalis* spp.) (Vargas *et al.* 2011), del frijol común (Castellanos *et al.* 2011) y de pitaya (Ruan *et al.* 2014). Asimismo, se han desarrollado marcadores para papa y pitahaya, pero no han sido formalmente publicados. De igual forma, los estudios en *Agave* han permitido identificar la erosión genética o la pérdida de diversidad de alelos en el agave azul, y la alta diversidad genética en los cultivares tradicionales de agave para mezcal del sur de Jalisco (Vargas *et al.* 2009). También se ha identificado la relación del agave azul con poblaciones silvestres de *A. angustifolia,* su pariente cercano (Vargas *et al.* 2007, Vargas *et al.* 2009). Esta información es relevante para conservar y mejorar el acervo del agave azul; al mismo tiempo, es importante conservar el germoplasma de los agaves mezcaleros y de su acervo silvestre (*A. angustifolia* y *A. rodacantha*).

Situación actual y oportunidades de investigación

La entidad alberga gran riqueza florística representada con poco menos de 6 mil especies de plantas (Ramírez *et al.* 2010). Considerando esto, los estudios de diversidad genética en el estado son menores de 1% (aproximadamente 0.025%), lo que muestra un pobre conocimiento de la diversidad pero, al mismo tiempo, pone de manifiesto un amplio panorama de oportunidad que necesita ser desarrollado. Se requiere conducir más estudios de diversidad genética tanto de especies silvestres como en el acervo de las cultivadas para conocerlas mejor, aprovecharlas y conservarlas.

Lépiz-Ildefonso y colaboradores (2004, 2010a, 2010b) reconocieron a los parientes silvestres de frijol en el occidente de México, y describieron numerosas variantes morfológicas que es necesario estudiar y caracterizar genéticamente. Para el tomate de cáscara se registraron al menos seis variedades nativas cultivadas en el centro del estado (Ixtlahuacan, Cuquío, Zacoalco de Torres), de las que no se conoce su condición genética, ya que solo han sido caracterizadas con base en su morfología (Sánchez-Martínez *et al.* 2006). Otras plantas que son cultivos de gran importancia económica y reconocimiento regional,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

como el chile de árbol (*C. annuum* var. *annuum*) del poblado de Yahualica de González Gallo, no cuentan con caracterización morfológica ni genética; lo mismo ocurre con el pitayo (*Stenocereus queretaroensis*) cultivado en la cuenca de Sayula, y la ciruela (*S. purpurea*) sembrada en el centro y costa del estado. Para el pitayo se han señalado al menos seis especies nativas y siete para la ciruela (Pimienta 1999, Ramírez *et al.* 2008); no obstante, se desconoce la dinámica del cultivo, la forma en que se lleva a cabo el intercambio de materiales, cómo lo seleccionan y la posible pérdida de cultivares en la historia de la siembra.

Sin duda quedan sin mencionar otras especies cuya variación genética es importante e incluso evidente, pero no cuentan con estudios que utilicen marcadores moleculares o son escasos; por ejemplo, los guamúchiles, la pitaya marismeña de la costa y la guayabilla del sur del estado, entre otras. Esto pone de manifiesto la importancia de estudiar la diversidad genética acerca de plantas cultivadas que tienen relevancia local, regional o por encima de este nivel. Al mismo tiempo, es importante conducir estudios en diversas plantas silvestres, endémicas, poco comunes, de interés para la ciencia y la conservación, o que son relevantes para los pobladores del estado, ya que pueden ser promovidas y aprovechadas de manera sustentable.

Conclusión y recomendaciones

Se han identificado varias acciones para promover y conservar la diversidad genética. En el mundo, diversos estudios, incluso algunos llevados a cabo en México y otros en Jalisco, han confirmado que los agroecosistemas tradicionales como la milpa, agropastoriles, otros en los que se mantiene un policultivo, y los huertos tradicionales, son reservorios de diversidad genética (Montes *et al.* 2005, Riojas-López y Mellink 2005, Colunga y Zizumbo 2007, Dawson *et al.* 2009). Esto mantiene la sustentabilidad del sistema y promueve la diversidad genética (Zizumbo *et al.* 2013).

De manera paralela, las áreas naturales protegidas funcionan como reservas para la diversidad genética de múltiples especies vegetales y, por excelencia, son unidades modelo de conservación *in situ*. Para conservar la diversidad genética de plantas en el estado se requiere incrementar las áreas naturales con alguna categoría de protección, que permita mantener la flora, la fauna acompañante y su diversidad morfológica y genética.

A la par, es necesario realizar acciones que favorezcan la conservación dinámica de los agroecosistemas tradicionales, lo que implica mantener diversos cultivos y algunos de ellos desplazarlos por otras variedades nativas o nuevos materiales con potencial de cultivo y atributos de interés para los productores tradicionales.

Referencias

Andueza-Noh, R.H., M.L. Serrano-Serrano, M.I. Chacón-Sánchez, *et al.* 2012. Multiple domestications of the mesoamerican gene pool of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.): evidence from chloroplast DNA sequences. *Genetic Resources and Crop Evolution* 60(3):1069-1086.

Castellanos, G.E. 2011. *Relaciones genéticas entre formas silvestres, cultivadas e intermedias de frijol común (Phaseolis vulgaris L. Fabaceae) del occidente de México basadas en ISTRS.* Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Colunga, G.M., D. Zizumbo V. 2007. Tequila and other agave spirits from west-central Mexico: current germplasm diversity, conservation and origin. *Biodiversity and Conservation* 16(6):1653-1667.

Dawson, I.K., A. Lengkeek, J.C. Weber y R. Jamnadass. 2009. Managing genetic variation in tropical trees: linking knowledge with action in agroforestry ecosystems for improved conservation and enhanced livelihoods. *Biodiversity and Conservation* 18:969-986.

Ford, L.B. y K. Painting. 1996. *Measuring genetic variation using molecular markers.* IPGRI, Roma.

Freeland, J.R. 2005. *Molecular ecology.* Jhon Wiley and Sons, Reino Unido.

Fukunaga, K., J. Hill, Y. Vigouroux, *et al.* 2005. Genetic diversity and population structure of Teosinte. *Genetics* 169(4): 2241-2254.

Gepts, P. 2000. A phylogenetic and genomic analysis of crop germplasm: a necessary condition for its rational conserva-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

tion and use. En: *Genoma.* Stadler Genetics Symposia Series J. P. Gustafson (ed.). Plenum, Nueva York, pp. 163-181.

Hartl, D. y A.G. Clark. 1997. *Principles of population genetics.* Sinauer Associates Inc., Sunderland.

Hidalgo, R. 1998. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. En: *Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos.* T. L. Franco y R. Hidalgo (eds). Boletín técnico IPGRI, No. 8. Roma, pp. 2-26.

Izquierdo, L.Y. y D. Piñero. 2000. High genetic diversity in the only known population of *Aechmea tuitensis* (Bromeliaceae). *Australian Journal of Botany* 48(5):645-650.

Kwak, M. y P. Gepts. 2009. Structure and genetic divesity in the two major gene pools of common bean (*Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae). *Theoretical and Applied Genetics* 118:979-992.

Lépiz-Ildefonso, R. y R. Ramírez-Delgadillo. 2010. *Los parientes silvestres del frijol común en el occidente de México.* Editorial Cortés Arévalo Saulo Alfredo, Guadalajara.

Lépiz-Ildefonso, R., J. Sánchez, F. Santacruz-Ruvalcaba, *et al.* 2010a. Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33(1):21-28.

Lépiz-Ildefonso, R., R. Ramírez-Delgadillo, J.J. Sánchez-Guzmán, *et al.* 2004. Las especies silvestres de *Phaseolus* L. (Fabaceae) en la cuenca de los ríos Verde y Santiago y Nevado de Colima, del occidente de México. *Scientia CUCBA* 6:91-99.

Louette, D. y D. Smale. 2000. Farmers' seed selection practices and traditional maize varieties in Cuzalapa, Mexico. *Euphytica* 113:25-41.

Montes, H.S. y L.E. Eguiarte. 2002. Genetic structure and indirect estimates of gene flow in three *taxa* of Cucurbita (*Cucurbitaceae*) in western Mexico. *American Journal of Botany* 89(7):1156-1163.

Montes, H. S, L.C. Merick y L. Eguiarte. 2005. Maintenance of squash (*Cucurbita* spp.) landrace diversity by farmers activities in Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52: 697-707.

Miller, A.J., y B.A. Schaal. 2006. Domestication and the distribution of genetic variation in wild and cultivated populations of the Mesoamerican fruit tree *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae). *Molecular Ecology* 15:1467-1480.

Pimienta, B.E. 1999. *El pitayo en Jalisco y especies afines en México.* Universidad de Guadalajara. Fundación Produce Jalisco/ Guadalajara.

Piñero D., J. Caballero-Mellado, D. Cabrera-Toledo, *et al.* 2008. La diversidad genética como instrumento para la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad: estudios en especies mexicanas. En: *Capital natural de México, Vol. I: conocimiento actual de la biodiversidad.* J. Soberón, G. Halffter y J. Llorente-Bousquets (comps.). CONABIO, México, pp. 437-494.

Ron-Parra, J., J.J. Sánchez, A.A. Jiménez, *et al.* 2006. Maíces nativos del occidente de México I. Colectas 2004. *Scientia-CUCBA* 8(1):1-139.

Ramírez, D.R., O. Vargas, H.J. Arreola, *et al.* 2010. *Catálogo de plantas vasculares de Jalisco.* Prometeo Editores, Guadalajara.

Ramírez, B.C., E. Pimienta, J.Z. Castellanos, *et al.* 2008. Sistemas de producción de *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) en el centro-occidente de México. *Revista de Biología Tropical* 56(2):675-687.

Reyes-Valdes, M.H., M. Gómez-Martínez, O. Martínez y F. Hernández-Godínez. 2009. Assessment of the genetic diversity of natural populations of *Tithonia rotundifolia* (Asteraceae) in tropical Mexico through AFLP markers. En: <*http://www.intl-pag.org/17/abstracts/P03d_PAGXVII_138.html*>, última consulta: 25 de marzo 2013.

Rincón, E.G., P. Ramírez, J.J. Sánchez, y T.A. Kato. 2005. Variación isoenzimatica en Teocintle. *Revista Fitotecnia Mexicana* 28(2):105-113.

Riojas-López, M.E. y E. Mellink. 2005. Potencial for biological conservation on man-modified habitats in northeastern Jalisco, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 14:2251-2263.

Ruán-Tejeda, I., A. Santerre, F.M. Huerta-Martínez, *et al.* 2014. Genetic diversity an relationships among wild and cultivated Stenocereus queretoroensis populations in western Mexico. *Biochemical Systematics and Ecology* 55:125-130.

Sánchez-Martínez, J., J.M. Padilla, B.A. Bojorquez, *et al.* 2006. *Tomate de cáscara cultivado y silvestre del occidente de México.* SAGARPA/SNICS/CUCBA-Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Sánchez, G.J.J., M.M. Goodman y C.W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Economic Botany* 54:43-59.

Vargas, P. O., D. Zizumbo-Villarreal y P. Colunga-GarcíaMarín. 2007. Diversity and *in situ* mainteinance of landraces used to agave spirits in West-Central Mexico. *Economic Botany* 61:352-365.

Vargas, P. O., D. Zizumbo-Villarreal y P. Colunga-GarcíaMarín. 2009. Diversity and structure of landraces of agave grown for spirits under traditional agriculture: a comparision

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

with wild populations of *A. angustifolia* (Agavaceae) and *A. tequilana* commercial plantations. *American Journal of Botany* 96(2):448-457.

Vargas, P.O., L.F. Pérez, P. Zamora y A. Rodríguez. 2011. Assessing genetic diversity in mexican husk tomato species. *Plant Molecular Biology Report* 29:733-738.

Vigouroux, Y., J.C. Glaubitz, Y. Matsuoka, *et al.* 2008. Population structure and genetic diversity of new world maize races assessed by DNA microsatellites. *American Journal of Botany* 95(10):1240-1253.

Zamora, T.P., O. Vargas y J. Sánchez. 2010. Evaluación de la diversidad genética *Physalis philadelphica* (Solanaceae). En: *Memorias del XVIII Congreso Mexicano de Botánica*. Guadalajara.

Zizumbo, V.D., O. Vargas, J.J. Rosales-Adame y P. Colunga-GarcíaMarín. 2013. Sustainability of the traditional management of agave genetic resources in the elaboration of mezcal and tequila spirits in western Mexico. *Genetics Resources and Crop Evolution* 60:33-47.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de caso

Comparación de la diversidad genética de los cultivares tradicionales y plantaciones comerciales de *Agave*

Ofelia Vargas Ponce

Introducción

México es centro de origen y diversidad biológica y agrícola del género *Agave*. Este es un recurso genético de gran importancia económica y cultural que ha sido utilizado con múltiples fines, entre los que destaca el uso de 42 especies empleadas en la producción de mezcal en 26 entidades federativas de México (Colunga-GarcíaMarín *et al.* 2007). En el occidente del país, el origen cultural de las bebidas destiladas de agave se inició en el sur de Jalisco en el siglo XVI; hoy día, en esta región los campesinos mantienen en agroecosistemas tradicionales (figura 1) más de 20 cultivares locales relacionados, en su mayoría, con poblaciones silvestres de *Agave angustifolia,* y algunos con *A. rhodacantha*. Esto contrasta con el monocultivo extensivo de *A. tequilana* que se utiliza en la elaboración de tequila, que se lleva a cabo en plantaciones comerciales en la mayoría del territorio de Jalisco y en otros estados en los que se mantiene exclusivamente la variedad azul.

Figura 1. Mezcalera, agroecosistema tradicional del sur de Jalisco. Foto: Ofelia Vargas Ponce.

Vargas-Ponce, O. 2017. Comparación de la diversidad genética de los cultivares tradicionales y plantaciones comerciales de *Agave*. En: *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado.* VOL. II. CONABIO. México, pp. 388-390.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Niveles de diversidad genética en agaves mezcaleros bajo diferentes intensidades de manejo.

Poblaciones/acervos	N	P_T	H_{BT}	H_{BT} CrI 95%
Agave angustifolia silvestre[1]	232	100.0	0.428 ± 0.015	(0.400, 0.450)
Cultivares tradicionales[2]	362	100.0	0.442 ± 0.003	(0.435, 0.447)
Cultivares tradicionales milpa[3]	190	100.0	0.437 ± 0.003	(0.430, 0.444)
Acervo *Agave tequilana*[4]	22	24.6	0.118	(0.092, 0.155)

[1] Sitios de colecta: Hostotipaquillo, Ameca, Sayula, Tecolotlán, Tuxcacuexco, Tuxpan, Zapotitlán. Nueve poblaciones.

[2] Sitios de colecta: Zapotitlán, Tolimán, Tonaya, Tuxpan. Diecinueve cultivares.

[3] Sitio de colecta: Zapotiltán. Diez cultivares.

[4] Centro y Sur de Jalisco. Nueve plantaciones comerciales.

N=número de individuos, P_T=porcentaje total de loci polimóficos, H_{BT}=diversidad genética bayesiana promedio, H_{BT} CrI 95%=intervalo de confianza. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Vargas-Ponce *et al.* 2007 y 2009.

Diversidad genética de los agaves por tipo de manejo: poblaciones silvestres, cultivares tradicionales y plantaciones comerciales

Un análisis morfométrico mostró que los cultivares reconocidos por los agricultores del sur de Jalisco son entidades morfológicas diferenciadas (Vargas-Ponce *et al.* 2007). La gran riqueza de cultivares y la diferenciación morfológica sugerían la existencia de alta diversidad genética. Por ello, se hizo una investigación para calcular la diversidad genética de los cultivares tradicionales del sur del estado, y se comparó con la variación genética presente en las poblaciones silvestres de *A. angustifolia* y con las poblaciones comerciales de *A. tequilana*; para ello se utilizaron marcadores moleculares de regiones entre microsatélites (ISSR).

Los resultados mostraron que los cultivares tradicionales del sur de Jalisco presentan altos niveles de diversidad genética (H_E = 0.20-0.35, 44% *loci* polimorficos), similares a los de las poblaciones silvestres de *A. angustifolia* (H_E = 0.29-0.40, 42% *loci* polimórficos). En contraste, *A. tequilana* variedad azul, el cultivar comercial de tequila, posee baja diversidad, tres veces menor a la presentada por las poblaciones silvestres (H_E = 0.08, 20% *loci* polimórficos) (Vargas-Ponce *et al.* 2009) (cuadro 1 y figura 2).

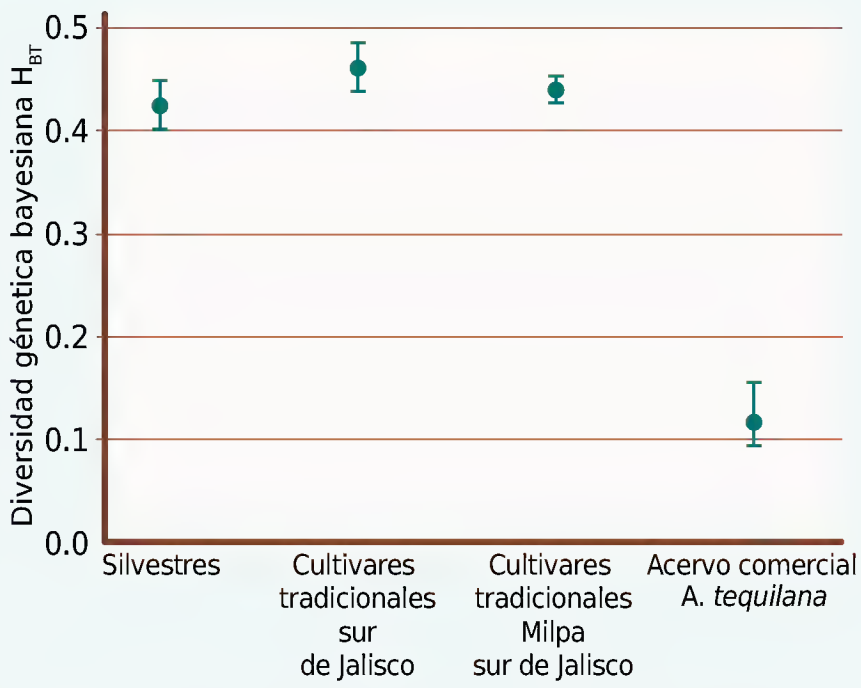


Figura 2. Comparación de variación genética en poblaciones de *Agave* bajo diferentes intensidades de manejo. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Vargas-Ponce *et al.* 2007 y 2009.

Conclusión y recomendaciones

Este estudio corrobora que el manejo comercial y el cultivo de una sola variante vía propagación vegetativa conduce a una drástica disminución de la diversidad, como ha sido reportado para plantaciones comerciales, como el henequén (Colunga-GacíaMarín *et al.* 1999). En contraste, la riqueza de cultivares con altos niveles de diversidad genética del sur de la entidad confirman que los campesinos, mediante las prácticas milenarias de manejo tradicional, mantienen una alta diversidad biológica.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las condiciones culturales y ecológicas son una parte clave para lograr la preservación de los agroecoesistemas tradicionales; por ello, el entendimiento de la racionalidad campesina y las prácticas agrícolas son prioridad para conservar la biodiversidad (Zizumbo-Villarreal *et al.* 2013). Asimismo, se requiere la valoración de los cultivares tradicionales y cambios en las leyes de certificación para lograr la conservación de la diversidad de los agaves mezcaleros que persisten en la actualidad en Jalisco.

Referencias

Colunga-GarcíaMarín, P., J. Coello-Coello, L. Eguiarte y D. Piñero. 1999. Isoenzymatic variation and phylogenetic relations between henequén *Agave fourcroydes* Lem. and its wild ancestor *A. angustifolia* Haw. *American Journal of Botany* 86:115-123.

Colunga-GarcíaMarín, P., D. Zizumbo-Villarreal y J. Martínez-Torres. 2007. Tradiciones en el aprovechamiento de los agaves mexicanos: una aportación a la protección legal y conservación de su diversidad biológica y cultural. En: *En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves*. P. Colunga-GarcíaMarín, A. Larqué Saavedra, L. Eguiarte y D. Zizumbo-Villarreal (eds.). CICY/CONACYT/CONABIO/INE, pp. 229-248.

Vargas-Ponce, O., D. Zizumbo-Villarreal y P. Colunga-GarcíaMarín. 2007. Diversity and *in situ* mainteinance of landraces used to agave spirits in West-Central Mexico. *Economic Botany* 61:352-365.

— 2009. Diversity and structure of landraces of *Agave* grown for spirits under traditional agriculture: a comparision with wild populations of *A. angustifolia* (Agavaceae) and *A. tequilana* commercial plantations. *American Journal of Botany* 96(2):448-457.

Zizumbo-Villareal, D., O. Vargas Ponce, J.J. Rosales-Adame y P. Colunga-GarcíaMarín. 2013. Sustainability of the traditional management of agave genetic resources in the elaboration of mezcal and tequila spirits in western Mexico. *Genetics Resources and Crop Evolution* 60:33-47.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Autores

Aguilar Palomino, Bernabé
Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR),
Universidad de Guadalajara (UDG)
baguilar007@gmail.com

Aguirre Cortés, Rito Gerónimo
Secretaría de Salud Jalisco, región sanitaria XI- Tonalá

Aguirre Jiménez, Alma Alicia
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA), UDG
aalma@cucea.udg.mx

Álvarez Barajas, Isela Leticia
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), UDG
ialvarez@cucba.udg.mx

Arreola Nava, Hilda Julieta
CUCBA, UDG
harreola@cucba.udg.mx

Báez Montes, Oscar
CUCBA, UDG
biologo.oscar.baez@gmail.com

Bauche Petersen, Paola
Fondo Noroeste, A.C. (FONNOR)
paola.bauche@fonnor.org, paolabauche@gmail.com

Bautista Andalón, Maximiano
Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco
bautista.maximiano@gmail.com

Bedoy Velázquez, Víctor
UDG
vvbedoy@gmail.com

Benayas del Alamo, Javier
Laboratorio Socio-sistemas, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid (UAM)
javier.benayas@uam.es

Bravo Solano, Verónica
Centro Universitario de la Costa (CUCOSTA), UDG
veronasol@hotmail.com

Bueno Villegas, Julián
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)
milpatas@gmail.com

Camacho Rodríguez, Agustín
CUCBA, UDG
acamachorama@gmail.com

Cárdenas Hernández, Oscar Gilberto
CUCSUR, UDG
oscar.cardenas@cucsur.udg.mx

Carrillo Regalado, Salvador
CUCEA, UDG
scarrillor@cucea.udg.mx

Castañeda Huizar, Porfirio
CUCEA, UDG
pcastane@yahoo.com

Castañeda Náñez, Héctor Javier
Comisión Estatal del Agua de Jalisco (CEA)
hcastaneda@ceajalisco.gob.mx

Castillo Aja, María del Rocío
Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, UDG
rocasaja@gmail.com

Castro Castro, Arturo
CUCBA, UDG
arca68@hotmail.com

Castro Rosales, Elba Aurora
UDG
ecastro@cucba.udg.mx

Cedano Maldonado, Martha
CUCBA, UDG
mcedano@cucba.udg.mx

Cevallos Espinosa, Judith
CUCSUR, UDG
jcevallo@cucsur.udg.mx

Contreras Martínez, Sarahy
Departamento de Ecología y Recursos Naturales-IMECBIO,
CUCSUR, UDG
sarahy.contreras@cucsur.udg.mx

Coronado Blanco, Juana María
Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT)
jmcoronado@uat.edu.mx

Cruz Angón, Andrea
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
acruz@conabio.gob.mx

Cruz Sáenz, Daniel
Centro de Estudios de Zoología, UDG
dcruzsaenz@gmail.com

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cupul Magaña, Fabio Germán
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG
fabio_cupul@yahoo.com.mx

Curiel Ballesteros, Arturo
Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (IMACH), UDG
curielarturo68@gmail.com

Chávez Dagostino, Rosa María
CUCOSTA, UDG
rosac@cuc.udg.mx

Chávez Hernández, Armando
UDG
geosintesis.sc@gmail.com

Díaz González, María José
Laboratorio Socio-sistemas, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid (UAM)
mjdiazgonzalez@gmail.com

Estrada Sillas, Yadira Fabiola
UDG
festradasillas@gmail.com, festradasillas@yahoo.com.mx

Fierros López, Hugo Eduardo
Centro de Estudios en Zoología, UDG
hugofierros@gmail.com

Figueroa Rangel, Blanca Lorena
UDG
bfrangel@cucsur.udg.mx

Filonov, Anatoliy
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI), UDG
anatoliy.filonov@cucei.udg.mx

Flores Vargas, Ramiro
CUCSUR, UDG
rflores@costera.melaque.udg.mex

Frias Castro, Alfredo
Geo Servicios de Consultoría Ambiental S.C.
afriasca@gmail.com

Galván Villa, Cristian Moisés
CUCBA, UDG
gvc07765@cucba.udg.mx

García García, Edith Xio Mara
Centro Universitario de Tonalá (CUTONALA), UDG
edith.garcia@cutonala.udg.mx

García Gutiérrez, Ivo
Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
ivo_garcia@hotmail.com

García Prieto, Luis
Instituto de Biología, UNAM (IBUNAM)
luis.garcia@ib.unam.mx

García Real, Edith
CUCSUR, UDG
egarcia@cucsur.ud.mx

García Ruvalcaba, Salvador
UDG
sgarcia_60@yahoo.com.mx, sgarcia@cucsur.udg.mx

Garibay Chávez, María Guadalupe
Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas, CUCBA, UDG
guadalupe.garibay@redudg.udg.mx,
garibaychavez@hotmail.com

Gerritsen, Peter Rijnaldus Wilhelmus
CUCSUR, UDG
petergerritsen@cucsur.udg.mx

Godínez Navarro, Edgar G.
Prestador de servicios profesionales
eggodinez@gmail.com

González Franco de la Peza, Rafael
Diagnósticos y Estrategias para el Fortalecimiento de Instituciones, S.A. de C.V.

González Guevara, Luis Fernando
UDG
luisf@cuc.udg.mx

González Hernández, Alejandro
Facultad de Ciencias Biológicas (FCB), Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
agonzahdz@gmail.com

González Sansón, Gaspar
Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de la Zona Costera, UDG
gaspargonzalez2001@yahoo.es

González Tamayo, Roberto
UDG
rgonzale@cucba.udg.mx

González Hernández, Ana Laura
Centro de Estudios en Zoología, UDG
tola_jamay@hotmail.com

González Villarreal, Luz María
UDG
encinoclethra@gmail.com

Graf Montero, Sergio
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
sgraf@conafor.gob.mx

Guerrero Vázquez, Sergio
CUCBA, UDG
sergioguerrerovazquez@gmail.com

Güitrón López, María Marcela
UDG
mguitron@hotmail.com

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Gutiérrez Nájera, Raquel
UDG
raquelgtz@gmail.com

Guzmán Arroyo, Manuel
CUCBA, UDG
atherina06@yahoo.com.mx

Guzmán Dávalos, Laura
CUCBA, UDG
lguzman@cucba.udg.mx

Harker, Mollie
CUCBA, UDG
mharker@cucba.udg.mx

Hernández Baz, Fernando
Facultad de Biología, Universidad Veracruzana (UV)
fhernandez@uv.mx, ferhbmx@yahoo.com.mx

Hernández García, Rafael de Jesús
CUCBA, UDG
rafahern@cucba.udg.mx

Hernández Herrera, Rosalba Mireya
CUCBA, UDG
rosalmir@yahoo.com.mx

Hernández López, Leticia
CUCBA, UDG
lhernan@cucba.udg.mx

Hernández Vázquez, Salvador
Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zona Costera, CUCSUR, UDG
sahernan@costera.melaque.udg,mx

Iñigo Elías, Eduardo
Cornell University, Nueva York, EUA.
eei2@cornell.edu

Izquierdo Dévora, Hugo Alberto
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Delegación Jalisco
haid13@hotmail.com

Jardel Peláez, Enrique José
CUCSUR, UDG
jardelpelaez@gmail.com, ejardel@cucsur.udg.mx

Jiménez Guzmán, Nydia
CUCBA, UDG
mondoragazzo@hotmail.com

Jiménez Pérez, Luis Clemente
UDG
ljimenez@cuc.udg.mx

Juárez Carrillo, Eduardo
CUCBA, UDG
ejuarez@cucba.udg.mx

Kasparyan, Dmitri Rafaelevich
Instituto Zoológico, San Petersburgo, Rusia
kasparyan@yandex.ru

Kelly Gutiérrez, Liza Danielle
CUCOSTA, UDG
lizadaniellek@yahoo.com

Khalaim, Andrey Ivanovich
Facultad de Ingeniería y Ciencias, UAT
Instituto Zoológico, San Petersburgo, Rusia
ptera@mail.ru

Labrador Chávez, Guadalupe
CUCBA, UDG
axazarazua@hotmail.com

Langle Flores, Alfonso
Instituto de Ecología A.C. (INECOL)
alfonsolangle@gmail.com

Loeza Corichi, Alicia
CUCBA, UDG
aloeza@gmail.com

Lomelí Sención, José Aquileo
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Escuela de Biología, UAG
aquileo.lomeli@mail.uag.mx, pedilanthus@yahoo.com.mx

López González, Adrián Ricardo
CUCBA, UDG
adrian.ricardo.lopez@hotmail.com

Loza Llamas, Juana América
UDG
aloza@cucba.udg.mx

Lucio López, Carlos Federico
Unidad Académica de Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ)
informes@estudiosdeldesarrollo.net

Mac Swiney González, María Cristina
Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana (UV)
cmacswiney@uv.mx

Maciel Flores, Roberto
CUCBA, UDG
romaciel@cencar.udg.mx

Maciel Tejeda, Christian Alexander
María Isabel Tejeda Saldaña & Asociados
axer0alex@gmail.com

Martínez González, Rosa Elena
CUCBA, UDG
remarti@cucba.udg.mx

Martínez Martínez, Erika Eloísa
Zoológico Guadalajara
lizzymtz2@gmail.com

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Meiners Ochoa, Manfred
Biodiverso, A.C.
manfred.meiners@gmail.com

Mendoza Garfias, María Berenit
IBUNAM
berenit@ib.unam.mx

Mora Navarro, María del Refugio
CUCBA, UDG
cuquitam001@hotmail.com

Mora Núñez, Margarito
CUCBA, UDG
pleistoceno@gmail.com

Morón Ríos, Miguel Ángel
INECOL
miguel.moron@inecol.mx

Muñoz Nolasco, Francisco Javier
CUCBA, UDG
fjmn36@gmail.com

Myartseva, Svetlana Nikolaevna
Facultad de Ingeniería y Ciencias, UAT
smyartse@uat.edu.mx

Navarrete Heredia, José Luis
CUCBA, UDG
glenusmx@gmail.com

Navarro Pérez, Sonia
UDG
sonja.navarro@gmail.com, snavarro.cucba@gmail.com

Navarro Rodríguez, María del Carmen
CUCOSTA, UDG
carmennavarro28@yahoo.com.mx

Nogueira Gómez, Guillermo
Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG)
gnogalg57@yahoo.com

Olvera Vargas, Miguel
UDG
molvera@cucsur.udg.mx

Ordorica Hermosillo, Antonio Rafael
Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET-Jalisco) Planeación y Desarrollo Sustentable (SEMADES)
antonio.ordorica@jalisco.gob.mx

Pérez Carrillo, Gabriela
UDG
gapeca@gmail.com, gabriela.perez@cucsur.udg.mx

Pérez de la Rosa, Jorge Alberto
CUCBA, UDG
jalper@cucba.udg.mx

Pérez Ponce de León, Gerardo
IBUNAM
ppdleon@ib.unam.mx

Plata Rosas, Luis Javier
CUCOSTA, UDG
ljplata@yahoo.com

Pompa Mansilla, Sandra
Fuego Verde S.C.
sandra.pompa@fuegoverde.org

Quezada Chico, Guadalupe
Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades (CUCSH), UDG
guadalupeq@csh.udg.mx

Quiroz Rocha, Georgina Adriana
Centro de Estudios en Zoología, UDG
gaquiroz@cucba.udg.mx

Ramírez Delgadillo, Raymundo
UDG
ramírezdel@cucba.udg.mx

Ramírez Maciel, Ricardo
SEMADET-Jalisco
ricardo.ramirez@jalisco.gob.mx

Ramírez Medina, María Elizabeth del Carmen
Centro de Enseñanza Técnica Industrial, UAG
elizmy74@yahoo.com.mx

Ramírez Ulloa, Raúl Manuel
CUCBA, UDG
raulplatino21@hotmail.com

Rendón Sandoval, Francisco Javier
Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO), UNAM
frendon@cieco.unam.mx, jrendonsandoval@gmail.com

Renton, Katherine
Estación de Biología Chamela, IBUNAM
krenton@ib.unam.mx

Reyna Bustos, Oscar Francisco
CUCBA, UDG
oreynabustos@hotmail.com

Reynoso Dueñas, Jesús Jacqueline
CUCBA, UDG
mezquite7@yahoo.com.mx

Ríos Jara, Eduardo
CUCBA, UDG
eduriosjara@cucba.udg.mx

Rivera Cervantes, Luis Eugenio
CUCSUR, UDG
lrivera@cucsur.ud.mx

Rodríguez Alcántar, Olivia
CUCBA, UDG
oliviaro@cucba.udg.mx, oliviaramx@yahoo.com

Rodríguez Alcaraz, Gustavo
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
guroal@gmail.com

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Rodríguez Contreras, Aarón
CUCBA, UDG
aaron.rodriguez@cucba.udg.mx

Rodríguez Durán, Juan Antonio
Eco-Occidente S.C.
jarodrigez03@gmail.com

Rodríguez Parga, Luz de los Milagros
CUCSUR, UDG
luzdelosmilagros@gmail.com

Rodríguez Reynaga, Flor Paulina
CONABIO
frodriguez@conabio.gob.mx

Romero Rodríguez, Héctor
CUCBA, UDG
hromero@cucba.udg.mx

Rosales Adame, Jesús Juan
CUCSUR, UDG
jesusr@cucsur.udg.mx

Rosas Elguera, José
Centro Universitario de los Valles, UDG
jgrosas@valles.udg.mx, jrosaselguera@yahoo.com

Ruíz Cancino, Enrique
Facultad de Ingeniería y Ciencias, UAT
eruiz@uat.edu.mx

Ruíz Mejía, Dulce María
SEMARNAT, Delegación Jalisco
dulcemariaruiz@hotmail.com

Santana Castellón, Eduardo
CUCSUR, UDG
santanacas@gmail.com, esantana@cucsur.udg.mx

Santiago Pérez, Ana Luisa
CUCBA, UDG
ana.santiago@cucba.udg.mx

Schondube Friedewold, Jorge Ernesto
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM
chon@cieco.unam.mx

Silva Bátiz, Francisco De Asís
Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras, UDG
fasilva@costera.melaque.udg.mx, fasilva61@yahoo.com.mx

Téllez López, Jorge
CUCOSTA, UDG
jorgetellezlopez@gmail.com

Tereshchenko, Iryna
CUCEI, UDG
irina.tereshchenko@cucei.udg.mx

Tetreault, Darcy
Unidad Académica en Estudios del Desarrollo, UAZ
darcytetreault@yahoo.com

Trjapitzin, Vladimir Alexandrovich
Instituto Zoológico, San Petersburgo, Rusia (retirado)

Valdivia Ornelas, Luis
UDG
lvaol2003@yahoo.com.mx

Valencia Sandoval, Cecilia
DPI Territorial
cecilia@dpiterritorial.com

Valero Padilla, Jessica
CONABIO
jvalero@conabio.gob.mx

Vargas Amado, Georgina
CUCBA, UDG
gvargasamado@yahoo.com.mx

Vargas Ponce, Ofelia
UDG
ovargas@cucba.udg.mx, vargasofelia@gmail.com

Vázquez Bolaños, Miguel
Centro de Estudios en Zoología, UDG
mvb14145@hotmail.com

Vega Rivera, Jorge H.
Estación de Biología Chamela, IBUNAM
jhvega@ibiologia.unam.mx

Velarde Diez de Bonilla, Gabriela
UAG
gabriela_velarde@hotmail.com

Verdugo Munguía, Heriberto
Consultor independiente
hverdugomunguia@gmail.com

Villarreal de Puga, Luz María†
UDG

Villaseñor Ibarra, Luis
UDG
lvillasei@gmail.com

Villaseñor Ríos, José Luis
IBUNAM
vrios@ib.unam.mx

Zalapa Hernández, Silvia Socorro
CUCBA, UDG
sszalapah@gmail.com

Zavala Aguirre, José Luis
UAG
joseluis.zavala@mail.uag.mx

Zermeño Núñez, Francisco Rafael
SEMARNAT, Delegación Jalisco
silvestre@jalisco.semarnat.gob.mx

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Compilación de las secciones:

Gabriela Velarde Díez de Bonilla[1].
Contexto físico: Armando Chávez Hernández[1].
Contexto socioeconómico: Salvador Carrillo Regalado[1].
Diversidad biocultural: Carlos Federico Lucio López[2].
Usos y valores de la biodiversidad: José Aquileo Lomelí Sención[3].
Amenazas: Arturo Curiel Ballesteros[1].
Conservación y restauración: Enrique José Jardel Peláez[1].
Cultura ambiental: Ricardo Ramírez Maciel[4].
Protección jurídica: Raquel Gutiérrez Nájera[1].
Gestión ambiental: Jorge Téllez López[1].
Diversidad de ecosistemas, especies y genética: Gabriela Velarde Díez de Bonilla[1], Aarón Rodríguez Contreras[1], Sergio Guerrero Vázquez[1] y José Luis Navarrete Heredia[1].

Revisión técnica de textos[a] y listas de especies[b]:
Antonio Ordorica Hermosillo[a], Gabriela Velarde Díez de Bonilla[a,b], Jessica Valero Padilla[a,b], Andrea Cruz Angón[a], Flor Paulina Rodríguez Reynaga[a], Rafael Pompa[a], Wolke Tobón[a], Nubia Morales[a], Elizabeth Campos[a], Cristina Ayala[a], Ana Laura García López[a], Karla Carolina Nájera Cordero[a]. Sarita Claudia Frontana Uribe[b], Diana R. Hernández Robles[b], Katia Juárez Medina[b], Susana Ocegueda Cruz[b], Martha Alicia Reséndiz Lopez[b].

Agradecimientos: El Gobierno del Estado de Jalisco, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, expresa su reconocimiento a todas las instituciones y personas que colaboraron en la elaboración del presente Estudio de Estado, en particular a Fernando Camacho Rico, quien estuvo involucrado en la elaboración y seguimiento inicial del documento.

[1] Universidad de Guadalajara, [2] Universidad Autónoma Chapingo, [3] Universidad Autónoma de Guadalajara, [4] Centro de Cultura Ambiental e Investigación Educativa A.C.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Forma de citar:

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET). 2017. *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado*. CONABIO, México.

Los apéndices de esta obra se encuentran en forma digital en: http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios.html

La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado
Versión digital
Prohibida su reproducción total o parcial

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

CONABIO

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

JALISCO
GOBIERNO DEL ESTADO

MEDIO
AMBIENTE

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA